



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

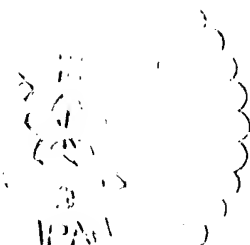
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 2 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 2 3 5 6 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 2 3 5 6 0]

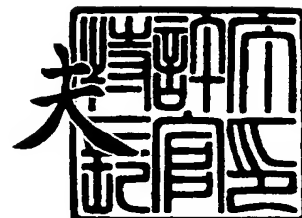
出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):



2 0 0 4 年 2 月 2 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 4 2 2 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0098591

【提出日】 平成15年 4月28日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/02
H01L 27/00

【発明の名称】 光ファイバ送受信モジュール及び電子機器

【請求項の数】 17

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 近藤 貴幸

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100110364

【弁理士】

【氏名又は名称】 実広 信哉

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9910485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ファイバ送受信モジュール及び電子機器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光導波路が設けられているとともに、該光導波路の少なくとも一方端面側に光ファイバ挿入用の凹形状のガイドが設けられているブロックと、

前記ブロックに取り付けられている発光手段又は受光手段と、を有し、

前記発光手段の発光部又は前記受光手段の受光部は、前記光導波路の他方端面に対向するように、配置されており、

前記光導波路は、行き止まり部を有する分岐路を備えていることを特徴とする光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 2】 前記発光手段及び受光手段の少なくとも一方は、微小タイル状素子として構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 3】 前記発光手段及び受光手段の少なくとも一方は、前記ブロックにフリップチップ実装されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 4】 前記発光手段及び受光手段の少なくとも一方は、光ファイバであることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 5】 前記発光手段は、面発光レーザであることを特徴とする請求項 1 に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 6】 前記光導波路は、前記発光手段から前記ガイドにいたる主路と、前記分岐路とからなり、

前記分岐路は、該分岐路と前記主路との接続箇所を基準としたときの該主路における光源側の路に対して、90度以下の角度をもつように、該主路に接続されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 7】 前記分岐路は、前記主路における光源側の路に対して、45度以下の角度をもつように、該主路に接続されていることを特徴とする請求項 6

に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 8】 前記分岐路は、2 本以上設けられていることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 9】 前記分岐路における行き止まり部は、該行き止まり部に入射した光を減衰又は吸収する構造を有していることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 1 0】 前記分岐路における行き止まり部は、末端が先鋭形状になっていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 1 1】 前記分岐路における行き止まり部は、末端に光吸収材を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 1 2】 前記分岐路における行き止まり部は、末端に光散乱材を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 1 3】 前記光導波路は、一方端が前記ブロックの側面に露出した分岐路である分岐主路を複数備えており、

前記ブロックの側面には、前記発光手段が前記分岐主路の端面に 1 対 1 に対向するように、複数配置されており、

複数の前記発光手段それぞれは、互いに異なる波長の光を放射するものであることを特徴とする請求項 1 乃至 1 2 のいずれか一項に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 1 4】 前記光導波路の行き止まり部の少なくとも 1 つには、受光手段が配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか一項に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 1 5】 前記光導波路は、前記ブロックの側面から前記ガイドにいたる略直線形状の受光路を備えており、

前記ブロックの側面において、前記受光路の端面に対向するように、前記受光手段が配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか一項に記載

の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 1 6】 前記受光手段は、フォトダイオードであることを特徴とする請求項 1 乃至 1 5 のいずれか一項に記載の光ファイバ送受信モジュール。

【請求項 1 7】 請求項 1 乃至 1 6 のいずれか一項記載の光ファイバ送受信モジュールを備えたことを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、発光素子又は受光素子と光ファイバとを光学的に接続する光ファイバ送受信モジュール及び電子機器に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来、光ファイバを用いてレーザ光を伝送させて通信する光通信が行われている。その光ファイバの末端には、発光素子又は受光素子を備えるモジュールと呼ばれる部品が取り付けられている。この光通信用モジュールでは、例えば発光素子から出射された光が効率よく光ファイバのコアへ導入されるように、発光素子、レンズ及び光ファイバのコア端面などが相互に 3 次元において精密に位置合わせして組み付けられている（例えば、特許文献 1 参照）。

【 0 0 0 3 】

【特許文献 1】

特開平 5 - 2 4 3 6 8 8 号公報

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の光通信用モジュールでは、発光素子又は受光素子、レンズ及び光ファイバのコア端面の相互間を、高い精度で位置合わせしなければならず、しかも上記各要素の取り付けが 3 次元の自由度を持つため、その調整に手間がかかり、高いコストを要するという問題点があった。例えば、従来の光通信用モジュールでは、発光素子、レンズ及び光ファイバについて大まかな配置を行う。その後、発光素子から光を放射させ、その光がレンズで集光されて、光フ

ファイバの端面に入射するように、発光素子、レンズ及び光ファイバ端面それぞれを 3次元に微調整する必要があった。

【0005】

また、光通信用モジュールでは、ファイバ端面などでの反射（戻り光）が問題となる。この戻り光問題について図 29 を参照して説明する。図 29 の光ファイバ送受信モジュール 200 は、光導波路 212 及びガイド 13 を備えるブロック 211 と、ブロック 211 の側面 214 に貼り付けられた発光素子 201 とで構成されている。ガイド 13 には、コア 62 とクラッド 61 からなる光ファイバ 60 が挿入される。これにより、発光素子 201 から放射された光は、光導波路 212 を伝播し、ガイド 13 に挿入されている光ファイバ 60 のコア 62 に入射する。

【0006】

しかし、発光素子 201 から放射された光の一部は、光導波路 212 の端面で反射されて戻り光 R1 となり、またコア 62 の端面でも反射されて戻り光 R2 となる。ここで、例えば発光素子 201 が半導体レーザ（端面発光レーザ又は面発光レーザ）であるとする、戻り光 R1、R2 が半導体レーザに戻り、レーザ発振を不安定にさせてしまう。レーザは端面の反射鏡を共振器とするが、出射光が戻ってくると共振器が複数存在することとなり、発振周波数が変動する。したがって、光信号通信において光源がレーザである場合、常に反射戻り光が問題となる。そして、レーザ発振が安定であるためには反射戻り光を極めて小さく抑える必要がある。

【0007】

この戻り光対策としては、例えば光導波路と光ファイバとの間に、光ファイバ（コア）の屈折率と近似した屈折率をもつ透明樹脂（ポッティング樹脂又はマッティング樹脂とも呼ばれる）を充填する手法が考え出されている。しかし、この手法では、ポッティング樹脂の屈折率に温度依存性があるので、温度変化のある一般環境において効果的に上記戻り光を回避することができない。また、ポッティング樹脂を用いてブロックのガイドなどと光ファイバを接合すると、そのブロックと光ファイバを抜き差しする使用方法が採れなくなり、用途が限定されてしま

う。

【0008】

他の戻り光対策としては、光ファイバの端面を斜めに加工する手法が考え出されている。しかし、この手法では、光ファイバ端面の加工に多大なコストがかかるとともに、光ファイバ端面以外の箇所（たとえば光導波路端面など）で生じる戻り光に対処することができない。

【0009】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、戻り光を効果的に低減することができ、簡単にかつ低コストで製造することができる光ファイバ送受信モジュール及び電子機器の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するために、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、光導波路が設けられているとともに、該光導波路の少なくとも一方端面側に光ファイバ挿入用の凹形状のガイドが設けられているブロックと、前記ブロックに取り付けられている発光手段又は受光手段と、を有し、前記発光手段の発光部又は前記受光手段の受光部は、前記光導波路の他方端面に対向するように、配置されており、前記光導波路は、行き止まり部を有する分岐路を備えていることを特徴とする。

本発明によれば、ブロックに設けられているガイドに光ファイバの一端を挿入するだけで、その光ファイバの一端をブロックの所定位置に設定（固定）することができる。そして、ガイドの側面又は底面などには、ブロックに設けられている光導波路の一方端面が位置するので、その光導波路の一方端面とガイドに挿入された光ファイバ一端のコア面とを対向させることができる。これにより、ガイドに光ファイバの一端を挿入するだけで、光ファイバのコアとブロックの光導波路とを光学的に接続することができる。また、ブロックに貼り付けられた微小タイル状素子などからなる発光手段又は受光手段と光導波路の他方端面とは対向しているので、その発光手段又は受光手段と光導波路とを光学的に接続することができる。したがって、本発明によれば、ガイドに光ファイバの一端を挿入するだ

けで、発光手段又は受光手段とその光ファイバとを光学的に接続することができ、また発光手段又は受光手段として微小タイル状素子などを用いることにより、極めてコンパクトな構成にすることもできる。

さらに本発明によれば、光導波路が行き止まり部を有する分岐路を備えているので、例えば発光手段から出射されて光導波路に入射した光が、その光導波路の端面又は光ファイバの端面などで反射しても、その反射光を行き止まり部に導くことができる。そこで、行き止まり部により、上記反射光が発光手段に戻ってくること（いわゆる戻り光となること）を回避することができる。したがって、本発明によれば、発光手段として半導体レーザなどを用いても、戻り光によって、その半導体レーザの発振周波数が変動する又は発振動作が不安定になるなどの不具合が生じることを回避することができる。

従来においては、光導波路の端面と光ファイバの端面との間にポッティング樹脂などを充填して、その光伝送経路をなす構成部材相互間の屈折率の差を少なくすることで、戻り光を低減させているものがある。しかし、この従来の手法では、ポッティング樹脂の屈折率に温度依存性があるので、温度変化のある一般環境において効果的に上記戻り光を回避することができない。また、ポッティング樹脂を用いてブロックのガイドなどと光ファイバを接合すると、そのブロックと光ファイバを抜き差しする使用方法が採れなくなり、用途が限定されてしまう。また、従来においては、光ファイバの端面を斜めにする加工を施すことで、戻り光を低減させているものがある。しかし、この従来の手法では、光ファイバ端面の加工に多大なコストがかかるとともに、光導波路の端面で生じる戻り光に対処することができない。

一方、本発明によれば、光導波路に行き止まり部を設ける構成により、ポッティング樹脂を使用する必要がなく、また光ファイバ端面を斜め加工する必要もないので、あらゆる温度環境において効果的にかつ低コストで戻り光を回避することができる。

【0011】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記発光手段及び受光手段の少なくとも一方は、微小タイル状素子として構成されていることが好ましい。

本発明によれば、極めてコンパクトな光ファイバ送受信モジュールを簡易に構成することができる。

【0012】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記発光手段及び受光手段の少なくとも一方が、前記ブロックにフリップチップ実装されていることが好ましい。

本発明によれば、発光手段及び受光手段をブロックに実装したときに、その発光手段及び受光手段とブロックの表面との間に隙間を空けることができる。そこで、かかる実装時に発光手段又は受光手段が破損することなどを低減することができる。

【0013】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記発光手段及び受光手段の少なくとも一方は、光ファイバであることが好ましい。

本発明によれば、戻り光を回避しながら、光ファイバ同士を簡便に接続することができる。

【0014】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記発光手段が面発光レーザであることが好ましい。

本発明によれば、面発光レーザから出射され光導波路に入射した光が戻り光となってその面発光レーザに入射することを回避することができる。そこで、本発明によれば、光信号の発信源となる面発光レーザの動作を安定化させることができ、安定に動作する光ファイバ送受信モジュールを低コストで提供することができる。

【0015】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記光導波路が前記発光手段から前記ガイドにいたる主路と、前記分岐路とからなり、前記分岐路は、該分岐路と前記主路との接続箇所を基準としたときの該主路における光源側の路に対して、90度以下の角度をもつように、該主路に接続されていることが好ましい。

本発明によれば、光源から出力された光信号が光導波路における主路をとおり

、その主路と分岐路とが90度以下の角度で接続されているので、光源（微小タイル状素子側又は光ファイバ側）から出射された光（光信号）の大部分を受光側（光ファイバ側又は微小タイル素子側）に伝送することができる。また、光導波路の端面又は光ファイバの端面などで反射光が生じても、その反射光の大部分を分岐路に導くことができる。そこで、本発明によれば、光導波路における光結合効率の低下を抑えながら戻り光を低減することができる。

【0016】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記分岐路が、前記主路における光源側の路に対して45度以下の角度をもつように、該主路に接続されていることが好ましい。

本発明によれば、分岐路と主路における光源側の路とがなす角度が45度以下であるので、分岐路での信号光の損失をより小さくすることができる。

【0017】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記分岐路が2本以上設けられていることが好ましい。

本発明によれば、各分岐路が戻り光を低減するので、分岐路の本数を多くするほど戻り光の遮断効率を高めることができる。

【0018】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記分岐路における行き止まり部が該行き止まり部に入射した光を減衰又は吸収する構造を有していることが好ましい。

本発明によれば、分岐路に入射した戻り光が行き止まり部で減衰又は吸収されるので、分岐路に入射した光がその分岐路から出ることを防止することができ、戻り光の遮断効率をさらに高めることができる。

【0019】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記分岐路における行き止まり部の末端が先鋭形状になっていることが好ましい。

本発明によれば、分岐路における行き止まり部の末端が先鋭形状になっているので、分岐路に入射した光がその分岐路から出る割合を大幅に低減することがで

き、戻り光の遮断効率をさらに高めることができる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記分岐路における行き止まり部の末端に光吸収材を備えていることが好ましい。

本発明によれば、前記分岐路における行き止まり部の末端に光吸収材を配置したので、分岐路に入射した光がその分岐路から出る割合を大幅に低減することができ、戻り光の遮断効率をさらに高めることができる。

【 0 0 2 1 】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記分岐路における行き止まり部の末端に光散乱材を備えていることが好ましい。

本発明によれば、前記分岐路における行き止まり部の末端に光散乱材を配置したので、分岐路に入射した光がその分岐路から出る割合を大幅に低減することができ、戻り光の遮断効率をさらに高めることができる。

【 0 0 2 2 】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記光導波路が、一方端が前記ブロックの側面に露出した分岐路である分岐主路を複数備えており、前記ブロックの側面には、前記発光手段が前記分岐主路の端面に 1 対 1 に対向するように、複数配置されており、複数の前記発光手段それぞれは、互いに異なる波長の光を放射するものであることが好ましい。

本発明によれば、複数波長の光（複数の光信号）を光導波路内で 1 つの光として光ファイバに導入する、いわゆる合波機能をもちながら、戻り光を遮断することもできる。

【 0 0 2 3 】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記光導波路の行き止まり部の少なくとも 1 つには、受光手段（フォトダイオード）が配置されていることが好ましい。

本発明によれば、1 つの光導波路を用いて、発光手段と受光手段を光ファイバに光学的に接続することができ、かつ、その発光手段から放射された光が受光手段に到達することを回避することができる。そこで、本発明によれば、1 つの光

導波路を備えるブロックと 1 本の光ファイバを用いて光信号を同時に送受信することができる。

【0 0 2 4】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記光導波路が前記ブロックの側面から前記ガイドにいたる略直線形状の受光路を備えており、前記ブロックの側面において、前記受光路の端面に対向するように、受光手段が配置されていることが好ましい。

本発明によれば、光ファイバからブロックに向けて進行する光は受光路を通じて受光素子に入射し、ブロック側面の微小タイル状素子（発光素子）から出射された光は光導波路を通じて光ファイバに入射する。そこで、本発明によれば、1 つの光導波路を備えるブロックと 1 本の光ファイバを用いて光信号を同時に送受信することができる。

【0 0 2 5】

また、本発明の光ファイバ送受信モジュールは、前記受光手段がフォトダイオードであることが好ましい。

【0 0 2 6】

本発明の電子機器は、前記光ファイバ送受信モジュールを備えたことを特徴とする。

本発明によれば、モジュール内外で発生した戻り光を効果的に削減することができ、発光素子を安定に動作させることができ、光信号を安定に送受信できるコンパクトな光ファイバ送受信モジュールを備えた電子機器を提供できる。そこで、本発明によれば、光信号を安定して送受信できるコンパクトな電子機器を安価に提供することができる。

【0 0 2 7】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る光ファイバ送受信モジュールについて、図面を参照して説明する。

（第 1 実施形態）

図 1 は本発明の第 1 実施形態に係る光ファイバ送信モジュールを示す概略断面

図である。本実施形態の光ファイバ送信モジュール 10 a は、光導波路 20 及びガイド 13 を備えるブロック 11 と、ブロック 11 の側面 14 に直接貼り付けられた微小タイル状素子 1 とを有する。

【0028】

微小タイル状素子 1 は、微小なタイル形状（板形状）の半導体デバイスであり例えば厚さ $1\ \mu\text{m}$ から $20\ \mu\text{m}$ 、縦横の大きさ数十 μm から数百 μm の四角形板状部材である。そして、微小タイル状素子 1 は、発光素子を備えることが好ましい。この微小タイル状素子の製造方法及び貼り付け方法については後で詳細に説明する。なお、微小タイル状素子の形状は四角形に限定されず、他の形状であってもよい。微小タイル状素子 1 が備える発光素子としては、例えば面発光レーザ、端面レーザ又は LED などを適用することができるが、面発光レーザが好ましい。

【0029】

ガイド 13 は、ブロック 11 のある側面に設けられた凹形状の構造であり、光ファイバの端部が挿入されるものである。またガイド 13 は、ブロック 11 における光導波路 20 の一方端面 20 b 側に配置されている。そして、ガイド 13 における底面の中心と光導波路 20 の一方端面 20 b の中心とが略一致するようにガイド 13 及び光導波路 20 が配置されていることが好ましい。このようにすると、光導波路 20 とガイド 13 に挿入された光ファイバのコアとを高い光結合効率で接続することができる。

【0030】

光導波路 20 は、ブロック 11 を貫通するように設けられている。そして、光導波路 20 の一方端面 20 b がガイド 13 の底面における略中央に露出しており、光導波路 20 の他方端面 20 a がブロック 11 の側面 14 に露出している。光導波路 20 の他方端面 20 a に対向するように微小タイル状素子 1 が配置されている。

【0031】

そして、例えば微小タイル状素子 1 の発光部の中心と、光導波路 20 の他方端面 20 a の中心とが一致するように、配置されることが好ましい。これにより、

微小タイル状素子 1 と光導波路 20 とを高い光結合効率で接続することができる。ただし、微小タイル状素子 1 が発光素子を備えている場合、光導波路 20 の他方端面 20a の領域内に、その発光素子の発光部が入っていれば、発光素子と光ファイバのコア 62 とを高い光結合効率で接続することができる。

【0032】

また光導波路 20 は、ブロック 11 の内部で分岐しており、行き止まり部を有する分岐路 25a, 25b を備えている。すなわち、光導波路 20 は、微小タイル状素子 1 の対向面からガイド 13 の底面にいたる主路 21, 22, 23 と、行き止まり部を有する分岐路 25a, 25b とで構成されている。そして、分岐路 25a と主路 21 とがなす角度及び分岐路 25b と主路 22 とがなす角度 θ は、90 度以下（さらに好ましくは 45 度以下）であることが好ましい。

【0033】

上記構成の光ファイバ送信モジュール 10a の主要動作について次に説明する。微小タイル状素子 1 から出射された光は、光導波路 20 の他方端面 20a からその光導波路 20 に入射する。この光は、光導波路 20 における分岐部では鈍角な方向の経路に進行する。すなわち、この光は、光導波路 20 における主路 21 を伝播して、主路 22 に入射する。主路 21 と主路 22 とは斜めに接続されているので、主路 21 から主路 22 に入射した光が主路 22 の側面などで反射して戻り光となることは実質的にない。

【0034】

次いで、主路 22 に入射した光は、主路 22 を伝播して主路 23 に入射する。主路 22 と主路 23 とは斜めに接続されているので、主路 22 から主路 23 に入射した光が主路 23 の側面などで反射して戻り光となることは実質的にない。次いで、主路 23 に入射した光は、主路 23 を伝播して光導波路 20 の一方端面 20b から出射し、ガイド 13 に挿入されている光ファイバ（図示せず）のコアに入射する。光ファイバのコアに入射した光はコアを伝播して伝送信号として送られる。ここで、光導波路 20 の一方端面 20b と光ファイバのコア端面との間には隙間があってもよい。

【0035】

そして、主路 23 を伝播した光の一部が光導波路 20 の一方端面 20b で反射する場合がある。また、光導波路 20 の一方端面 20b から出射した光の一部が光ファイバのコア端面（光ファイバ送信モジュール 10a 側のコア端面及び光ファイバ送信モジュール 10a の反対側のコア端面）で反射して主路 23 に戻ることがある。さらにまた、光ファイバにおける光ファイバ送信モジュール 10a の反対側のコア端面に接続されている光学素子などでの反射光が主路 23 に戻ってくることがある。これらの主路 23 を逆行する反射光（戻り光）のほとんどが直進することとなる。そこで、主路 23 を逆行する反射光（戻り光）のほとんどが分岐路 25b に入射する。分岐路 25b は行き止まり部を備えているので、その反射光は行き止まり部でほとんど消滅することとなる。また、その反射光の極一部が主路 22 に入射したとしても、その反射光は分岐路 25a の行き止まり部でほとんど消滅する。

【0036】

したがって、光ファイバ送信モジュール 10a によれば、光導波路 20 の一方端面 20b 及び光ファイバのコア端面などで生じた反射光（戻り光）のほとんどが微小タイル状素子 1 に到達しない。

そこで、本実施形態によれば、微小タイル状素子 1 として面発光レーザなどの半導体レーザを用いても、戻り光によってその半導体レーザの発振周波数が変動する又は発振動作が不安定になるなどの不具合が生じることを回避することができる。

【0037】

分岐路による光遮断性能は、分岐路と主路との角度、光導波路の幅及び境界面の反射条件などで決まる。本実施形態において、行き止まり部を有する分岐路は 1 つあるだけで大きな戻り光遮断性能を発揮することができる。ただし、図 2 に示すように 2 つ以上の行き止まり部を有する分岐路 25a, 25b を設けるほうが、より高い戻り光遮断性能を得ることができ好ましい。

【0038】

また、2 つ以上の分岐路を設けると、光源の配置に自由度を持たせることがで

きる。図2は、第1実施形態に係る光ファイバ送信モジュールの変形例を示す概略断面図である。図2に示す光ファイバ送信モジュール10bと図1に示す光ファイバ送信モジュール10aとの相違点は、微小タイル状素子1及び主路21の位置である。光ファイバ送信モジュール10bでは、微小タイル状素子1がブロック11の底面15に貼り付けられている。なお、これと同様の構成で微小タイル状素子1をブロック11の上面に貼り付けてもよい。

【0039】

また上記実施形態において、分岐路と主路とがなす角度 θ を小さくするほど、光源（微小タイル状素子1）からの送信光の分岐部における損失は小さくなる。ただし、角度 θ が小さいと主路を逆行する戻り光の遮断効率は低下する。そこで角度 θ を小さくする場合は、分岐路25a、25bの数を多くすることが好ましい。

図3は、第1実施形態に係る光ファイバ送信モジュールの他の変形例を示す概略断面図である。図3に示す光ファイバ送信モジュール10b'は、図2に示す光ファイバ送信モジュール10bに対して、分岐路25a、25a'及び主路22、22'の数を多くし、それらの分岐路25a、25a'と主路22、22'とがなす角度 θ を小さくしたものである。このようにすると、光導波路において、光結合効率を高くしながら、戻り光の遮断効率を高めることができる。

【0040】

（第2実施形態）

次に、本発明の第2実施形態について図4及び図5を参照して説明する。図4は本発明の第2実施形態に係る光ファイバ送信モジュール10cを示す概略断面図である。本光ファイバ送信モジュール10cと第1実施形態の光ファイバ送信モジュール10a、10bとの相違点は、本光ファイバ送信モジュール10cでは分岐路25a、25bの行き止まり部がここに入射した光を減衰又は吸収する構造となっている点である。

【0041】

分岐路25a、25bの行き止まり部に進行してきた戻り光は、速やかに減衰させる必要がある。これは分岐路25a、25bの行き止まり部（末端）で反射

すると、再びその反射光が戻り光となってしまう、分岐路による実質的な戻り光遮断効率を低下させるからである。そこで、本光ファイバ送信モジュール10cでは、分岐路25a, 25bの行き止まり部(末端)26a, 26bが先鋭形状にしている。このようにすると、行き止まり部26a, 26bに入射した光は斜めに相対する側壁間で反射を繰り返し、その反射を繰り返しているうちに速やかに減衰していく。

【0042】

図5は第2実施形態に係る光ファイバ送信モジュールの変形例を示す概略断面図である。図5に示す光ファイバ送信モジュール10dでは、分岐路25a, 25bの行き止まり部(末端)27a, 27bに光吸収材又は光散乱材が充填されている。その他の構成は図4に示す光ファイバ送信モジュール10cと同一である。このようにすると、行き止まり部27a, 27bに入射した光は光吸収材又は光散乱材によって速やかに減衰される。

【0043】

(第3実施形態)

次に、本発明の第3実施形態について図6を参照して説明する。図6は本発明の第3実施形態に係る光ファイバ送信モジュール10eを示す概略断面図である。本光ファイバ送信モジュール10eでは、光導波路20が、一方端がブロック11の側面14に露出した分岐路である分岐主路21a, 21bを複数備えている。さらに、ブロック11の側面14には、微小タイル状素子1a, 1bが分岐主路21a, 21bの端面に1対1に対向するように配置されている。

【0044】

そして、各微小タイル状素子1a, 1bそれぞれは、互いに異なる波長の光を出射するものである。例えば、微小タイル状素子1aは波長 λ_1 の光を出射し、微小タイル状素子1bは波長 λ_2 の光を出射するものとする。また、微小タイル状素子1a, 1bは面発光レーザであることが好ましい。その他の構成は、光ファイバ送信モジュール10aと同一である。

【0045】

このような構成により、本実施形態の光ファイバ送信モジュール10eは、レ

ーザ波長の異なる面発光レーザが分岐主路 21a, 21b 毎に配置されているので、複数波長の光（レーザ光）を 1 本の光ファイバに導入するいわゆる合波機能と戻り光遮断機能とを両立することができる。

【0046】

（第4実施形態）

次に、本発明の第4実施形態について図7を参照して説明する。図7は本発明の第4実施形態に係る光ファイバ送受信モジュール10fを示す概略断面図である。本光ファイバ送受信モジュール10fは、上記第1から第3実施形態の光ファイバ送受信モジュール10a～10eの戻り光遮断機能を用いて、発光素子と受光素子を1本の光ファイバに接続するものである。

【0047】

すなわち本光ファイバ送受信モジュール10fは、光ファイバ送受信モジュール10a～10eの光導波路20における分岐路25bの行き止まり部に相当する受光路26の端部に微小タイル状素子2を配置したものである。微小タイル状素子2は、受光素子を備えている。ここで受光素子としてはフォトダイオードが好ましい。

換言すれば光ファイバ送受信モジュール10fは、光導波路20がブロック11の測面14からガイド13にいたる略直線形状の受光路26を備えている。そして、ブロック11の側面14において、受光路26の端面に対向するように微小タイル状素子2からなる受光素子（フォトダイオード）が配置されている。

【0048】

このような構成により、光ファイバ送受信モジュール10fは、1つの光導波路20を介して発光素子（微小タイル状素子1）と受光素子（微小タイル状素子2）とを1つの光ファイバに接続することができる。ここで微小タイル状素子1から出射された光（送信信号）は、上記戻り光遮断機能により、微小タイル状素子2に入射することが回避される。また、光ファイバ側から光導波路の主路23に入射した光（受信信号）は、上記戻り光遮断機能により、微小タイル状素子2のみに入射し、微小タイル状素子1に入射することが回避される。

【0049】

光ファイバ送受信モジュールでは、上記戻り光だけでなく受信光が送信素子（微小タイル状素子 1 がなす半導体レーザなど）へ到達すると動作が不安定になる可能性がある。しかし、上記のように受信光は戻り光とまったく同じ経路で光導波路 20 を逆行するので、分岐路の戻り光遮断性能が十分であれば受信光は戻り光と同様に送信素子へ到達せず問題がない。

【0050】

一方、図 7 における受光素子（微小タイル状素子 2）では、光導波路 20 の端面及び光ファイバの端面などでの反射光（戻り光）を遮断する術がないため、戻り光が受光素子へ届いてしまい雑音となる。しかし、受信光の強度が戻り光に比べて十分大きければ問題とはならない。

【0051】

これらにより、本実施形態によれば、1 本の光ファイバを用いて光信号の送信と受信とを同時に実行できる極めてコンパクトな光ファイバ送受信モジュールを低コストで提供することができる。

また、本実施形態によれば、送信光と受信光に同じ波長の光を用いることができる。これは送信光及び受信光をそれぞれ光導波路 20 及び光ファイバにおいて一方通行にする（反射光を実質的になくす）ことができるため、1 本の光ファイバに対して送信光及び受信光として同じ波長の光を使っても送信素子及び受信素子間で混信することがないからである。もちろん、送信光と受信光とで異なる波長のレーザ光を用い、受光素子に波長選択性を持たせることにより、送受信間の混信を防ぐ構成をとることもできる。

【0052】

なお、微小タイル状素子 2 がなす受光素子（フォトダイオード）としては、PIN 型フォトダイオード、APD（アバランシェフォトダイオード）、MSM（Metal-Semiconductor-Metal）型フォトダイオードを用途に応じて選ぶことができる。APD は、光感度、応答周波数ともに高い。MSM 型フォトダイオードは、構造が単純で増幅用トランジスタとともに集積化しやすい。

【0053】

上記第 1 から第 4 実施形態において、微小タイル状素子 1, 2 と光導波路 20

の端面との位置合わせは、微小タイル状素子 1, 2 をブロック 11 の側面上で、X 軸と Y 軸の 2 次元について位置決めすることで行えばよい。したがって、本実施形態によれば、従来の光通信用モジュールのように、発光素子又は受光素子を X 軸、Y 軸及び Z 軸の 3 次元について位置決めする必要がなく、また発光素子又は受光素子を駆動させながら位置決めする必要もない。そこで、本実施形態によれば、従来よりも発光素子又は受光素子の位置決めを簡単にかつ迅速に実行することもできる。

【0054】

また、ブロック 11 においてガイド 13 及び光導波路 20 は、ガイド 13 に挿入された光ファイバのコアの端面に対向するように配置されている。ここで、ガイド 13 の凹形状は、断面が円形であり、その直径が光ファイバ 60 のクラッドを含む端部の直径と略同一か又は若干大きめであることが好ましい。そして、ガイド 13 に挿入された光ファイバのコアの中心が光導波路 20 の一方端面の中心に位置することが好ましい。このようにすると、ガイド 13 に光ファイバ 60 の一端を挿入するだけで、光導波路 20 と光ファイバ 60 のコア 62 とを高い光結合効率で接続することができる。したがって、ガイド 13 に光ファイバの一端を挿入するだけで、光ファイバのコアと微小タイル状素子 1 の発光素子又は受光素子とを高い光結合効率で接続することができる。

【0055】

(他の変形例)

次に、上記実施形態の他の変形例について、図 8 から図 10 を参照して説明する。図 8 は、図 1 に示す光ファイバ送信モジュール 10 a の変形例を示す概略断面図である。上記実施形態における発光素子及び受光素子は、微小タイル状素子のかわりに、ブロック 11 にフリップチップ実装することで構成してもよい。

【0056】

図 8 に示す光ファイバ送信モジュール 10 g では、発光素子を備える微小タイル状素子 1 の代わりに、ブロック 11 の側面 14 にフリップチップ実装された発光素子 4 を用いている。発光素子 4 は集積回路チップ 3 に設けられており、その集積回路チップ 3 は bumps 5 を用いてブロック 11 の側面 14 にフリップチップ

実装されている。

【0057】

また、図7に示す光ファイバ送受信モジュール10fにおける微小タイル状素子2（受光素子、PD）の代わりに、ブロック11の側面14にフリップチップ実装された受光素子（図示せず）を用いてもよい。

【0058】

図9は、図1に示す光ファイバ送信モジュール10aの変形例を示す概略断面図である。図9に示す光ファイバ送信モジュール10hは、図1に示す光ファイバ送信モジュール10aにおける微小タイル状素子1（発光素子）のかわりに、光ファイバ50をブロック11に接続したものである。すなわち、光ファイバ送信モジュール10hでは、ブロック11の側面14にガイド13'が設けられている。ガイド13'は、光ファイバの端部が挿入されるものである。そして、ガイド13'における底面の中心と光導波路20の他方端面20aの中心とが略一致するようにそのガイド13'が設けられていることが好ましい。ガイド13'には、例えば光ファイバ50の一端が差し込まれる。

【0059】

光ファイバ50のコアを図面右方向に伝播してきた光は、光ファイバ50の一端から出射され、ガイド13'を通り、光導波路20に入射する。この光は、光導波路20における主路21を伝播して、主路22に入射する。主路21と主路22とは斜めに接続されているので、主路21から主路22に入射した光が主路22の側面などで反射して戻り光となることは実質的にない。

【0060】

次いで、主路22に入射した光は、主路22を伝播して主路23に入射する。主路22と主路23とは斜めに接続されているので、主路22から主路23に入射した光が主路23の側面などで反射して戻り光となることは実質的にない。次いで、主路23に入射した光は、主路23を伝播して光導波路20の一方端面20bから出射し、ガイド13に挿入されている光ファイバ60のコアに入射する。

【0061】

これらにより、本実施形態によれば、戻り光問題を生じさせずに、光ファイバ同士を簡易に接続することができる。

【0062】

図10は、図7に示す光ファイバ送信モジュール10fの変形例を示す概略断面図である。図10に示す光ファイバ送信モジュール10iは、図7に示す光ファイバ送信モジュール10fにおける微小タイル状素子1（発光素子）の代わりに、光ファイバ50をブロック11に接続し、さらに、微小タイル状素子2（受光素子）の代わりに、光ファイバ70をブロック11に接続したものである。

【0063】

すなわち、光ファイバ送信モジュール10iでは、ブロック11の側面14にガイド13'が設けられている。ガイド13'は、光ファイバの端部が挿入されるものである。そして、ガイド13'における底面の中心と光導波路20の他方端面20aの中心とが略一致するようにそのガイド13'が設けられていることが好ましい。ガイド13'には、例えば光ファイバ50の一端が差し込まれる。

【0064】

さらに、光ファイバ送信モジュール10iでは、光ファイバ送受信モジュール10a～10eの光導波路20における分岐路25bの行き止まり部に相当する受光路26の端部に、ガイド13''が設けられている。ガイド13''は、光ファイバの端部が挿入されるものである。そして、ガイド13''における底面の中心と受光路26の中心とが略一致するように、そのガイド13''が設けられていることが好ましい。ガイド13''には、例えば光ファイバ70の一端が差し込まれる。

【0065】

光ファイバ50のコアを図面右方向に伝播してきた光は、光ファイバ50の一端から出射され、ガイド13'を通り、光導波路20に入射する。この光は、光導波路20における主路21を伝播して、主路22に入射する。主路21と主路22とは斜めに接続されているので、主路21から主路22に入射した光が主路22の側面などで反射して戻り光となることは実質的にない。

【0066】

次いで、主路 22 に入射した光は、主路 22 を伝播して主路 23 に入射する。主路 22 と主路 23 とは斜めに接続されているので、主路 22 から主路 23 に入射した光が主路 23 の側面などで反射して戻り光となることは実質的にない。次いで、主路 23 に入射した光は、主路 23 を伝播して光導波路 20 の一方端面 20b から出射し、ガイド 13 に挿入されている光ファイバ 60 のコアに入射する。

【0067】

さらに、光ファイバ 60 のコアを図面左方向に伝播してきた光は、光ファイバ 60 の一端から出射され、ガイド 13 を通り、光導波路 20 に入射する。この光は、光導波路 20 における受光路 26 を伝播して、ガイド 13'' を通り、光ファイバ 70 のコアに入射する。

【0068】

これらにより、本実施形態によれば、双方向に光信号が伝播する光ファイバ 60 と、一方向に光信号が伝播する 2 本の光ファイバ 50, 70 とを、戻り光問題を生じさせずに、簡易に接続することができる。

【0069】

(製造方法)

次に、上記実施形態の光ファイバ送信モジュールの製造方法について、図 11 から図 18 を参照して説明する。図 11 は、上記実施形態の光ファイバ送信モジュール 10a におけるブロック 11 を複数の板状部材 11a, 11b, 11c, 11d を積層して形成した状態を示す斜視図である。図 12 は、図 11 に示す光ファイバ送信モジュール 10a の分解斜視図である。図 13 (a) は図 11 に示す光ファイバ送信モジュール 10a の平面図であり、図 13 (b) は同モジュールの中央断面図であり、図 13 (c) は同モジュールの正面図である。

【0070】

これらの図に示されているように、光ファイバ送信モジュール 10a のガイド 13 は、板状部材 11b, 11c に設けられた切り欠きで構成される。また、板状部材 11b には、光導波路 20 が設けられている。この光導波路 20 は、四角柱形状を組み合わせた形状であり、その四角柱形状の上面が板状部材 11b の上

面と面一となるように、板状部材 11b に埋め込まれている。なお、光導波路 20 の形状は四角柱形状を組み合わせた形状に限定されるものではなく、四角柱以外の多角柱形状、円柱形状又は楕円柱形状などを組み合わせた形状であってもよい。また、光導波路 20 の上面が板状部材 11b の上面と面一となるように、その光導波路 20 を設けることが好ましいが、板状部材 11b などの内部を貫くように光導波路 20 を設けてもよい。ただし、光導波路 20 の上面が板状部材 11b の上面と面一となるように設けることで、光導波路 20 をより簡易に製造することができる。

もちろん光導波路 20 は、板状部材 11c に設けてもよい。また光導波路 20 が板状部材 11b, 11c に半分ずつ埋め込まれるように形成してもよい。このようにすると、円筒形状からなる光導波路 20 も簡易に形成することができる。

【0071】

次に、図 11 から図 13 に示す光ファイバ送信モジュール 10a の詳細な製造方法について図 14 から図 18 を参照して説明する。図 14 は、光ファイバ送信モジュール 10a の第 1 製造工程を示す斜視図である。先ず図 14 に示すように、平板 11b' に対してエッチング処理又は切削を施して溝 m を形成する。またスタンパあるいは射出成形などで、溝 m を備える平板 11b' を形成してもよい。平板 11b' は、上記板状部材 11b の原材料となるものである。

【0072】

図 15 は、光ファイバ送信モジュール 10a の第 2 製造工程を示す斜視図である。本工程では、溝 m を樹脂で埋める。例えば、紫外線硬化性の液状体樹脂を溝 m に埋め込み、次いで、その液状体樹脂に紫外線を照射することで硬化させる。この樹脂は、透明であり、高屈折率を有することが好ましい。平板 11b' は低屈折率材料からなることが好ましい。溝 m に埋め込まれた樹脂は、上記光導波路 20 となるものである。

【0073】

図 16 は、光ファイバ送信モジュール 10a の第 3 製造工程を示す斜視図である。本工程では、上記第 2 製造工程まで加工を施された平板 11b' の上面に平板 11c' を張り合わせる。この平板 11c' は、上記板状部材 11c の原材料

となるものである。平板 11c' は低屈折率材料からなることが好ましい。

【0074】

平板 11b' と平板 11c' の厚さは以下の条件を満たすようにしておく。第 1 に、平板 11b' の厚さと平板 11c' の厚さの合計値は、この光ファイバ送信モジュール 10a へ接続する光ファイバ又は光ファイバの端部に取り付けられたフェルール（光ファイバを支持する部品）の先端直径にほぼ等しいか、少し大きいこと。第 2 に、溝 m を有する平板 11b' に平板 11c' を張り合わせることで光導波路 20 が形成されるので、この光導波路 20 の中心 O が張り合わせられた平板 11b' と平板 11c' の厚み d の中心に位置することが望ましい。

【0075】

図 17 は、光ファイバ送信モジュール 10a の第 4 製造工程を示す斜視図である。本工程では、図 17 に示すように平板 11b' 及び平板 11c' に切り欠き k を設け、板状部材 11b 及び板状部材 11c を作る。切り欠き k は、切削又はレーザ加工などで作ることができる。切り欠き k の幅 d は、この光ファイバ送信モジュール 10a へ接続する光ファイバ又はフェルールの先端直径にほぼ等しいか、少し大きくする。

【0076】

すなわち、切り欠き k の幅 d は、張り合わせられた平板 11b' （板状部材 11b）と平板 11c' （板状部材 11c）の厚み d とほぼ同一とする。ここで、切り欠き k の開放端側の幅を少し広げてテーパ形状にするのが好ましい。または切り欠き k の開放端を面取りしてもよい。このようにすると、切り欠き k などがなすガイド 13 に、光ファイバなどが差し込み易くなる。また、切り欠き k の中心 O と図 16 に示す光導波路 20 の中心 O とが一致するように、切り欠き k を作製する。そして、切り欠き k の底面は平坦にする。

【0077】

図 18 は、光ファイバ送信モジュール 10a の第 5 製造工程を示す斜視図である。本工程では、図 18 に示すように、板状部材 11b の底面に平板からなる板状部材 11a を貼り付け、板状部材 11c の上面に平板からなる板状部材 11d を貼り付ける。ここで、板状部材 11a の右側側面は、板状部材 11b, 11c

における切り欠き k の端面よりも飛び出している方が好ましい。板状部材 11 d の右側端面は、板状部材 11 b, 11 c における切り欠き k の端面よりも引っ込んでいる方が好ましい。また、板状部材 11 d における切り欠き k に接する辺は面取りすることが好ましい。このようにすると、切り欠き k などがなすガイド 13 に、光ファイバなどがさらに差し込み易くなる。

【0078】

以上の製造工程により、光ファイバ送信モジュール 10 a における光導波路 20 を備えるブロック 11 が完成する。その後、ブロック 11 の所定位置に微小タイル状素子 1 を貼り付けることにより、図 1 などに示す光ファイバ送信モジュール 10 が完成する。

【0079】

本製造方法によれば、複数の板状部材 11 a, 11 b, 11 c, 11 d を組み合わせることなどにより、穴開け工程などを必要とせずに、行き止まり部をもつ分岐路 25 a, 25 b を備える光導波路 20 をブロック 11 に設けることができる。そこで、戻り光を効果的に低減することができる光ファイバ送信モジュール 10 a を簡便に製造することができる。

【0080】

また、本製造方法によれば、ブロック 11 に設けられているガイド 13 に光ファイバの一端を挿入するだけで、その光ファイバと、ブロック 11 の所定位置に貼り付けられている微小タイルタイル状素子 1 の発光素子又は受光素子とを高効率に光結合する光ファイバ送信モジュール 10 a を、簡単に製造することができる。

【0081】

上記製造方法では平板 11 b', 11 c' に後で切り欠き k を設けて板状部材 11 b, 11 c を形成したが、射出成形などにより光導波路 20 及び切り欠き k 付きの板状部材 11 b, 11 c を一度の工程で形成することもできる。

また、上記実施形態の光ファイバ送信モジュール 10 b, 10 c, 10 d, 10 e, 10 f, 10 g, 10 h, 10 i についても、上記製造方法により製造することができる。

【0082】

(微小タイル状素子の製造方法)

次に、発光素子又は受光素子を備える微小タイル状素子1, 2の製造方法と、その微小タイル状素子1, 2をブロック11（最終基板）に貼り付ける方法とについて、図19乃至図28を参照して説明する。本製造方法は、エピタキシャルリフトオフ法をベースにしている。また本製造方法では、微小タイル状素子としての化合物半導体デバイス（化合物半導体素子）を最終基板となるブロック11上に接着する場合について説明するが、ブロック11の種類及び形態に関係なく本発明を適用することができる。なお、本実施形態における「半導体基板」とは、半導体物資から成る物体をいうが、板形状の基板に限らず、どのような形状であっても半導体物資であれば「半導体基板」に含まれる。

【0083】

<第1工程>

図19は本微小タイル状素子の製造方法の第1工程を示す概略断面図である。図19において、基板110は、半導体基板であり、例えばガリウム・ヒ素化合物半導体基板とする。基板110における最下位層には、犠牲層111を設けておく。犠牲層111は、アルミニウム・ヒ素（AlAs）からなり、厚さが例えば数百nmの層である。

例えば、犠牲層111の上層には機能層112を設ける。機能層112の厚さは、例えば1 μ mから10（20） μ m程度とする。そして、機能層112において半導体デバイス（例えば面発光レーザ）113を作成する。半導体デバイス113としては、面発光レーザ（VCSEL）のほかに他の機能素子、例えばフォトランジスタ（PD）、あるいは高電子移動度トランジスタ（HEMT）、ヘテロバイポーラトランジスタ（HBT）などからなるドライバ回路又はAPC回路などを形成してもよい。これらの半導体デバイス113は、何れも基板110上に多層のエピタキシャル層を積層して素子が形成されたものである。また、各半導体デバイス113には、電極も形成し、動作テストも行う。

【0084】

<第2工程>

図 20 は本微小タイル状素子の製造方法の第 2 工程を示す概略断面図である。本工程においては、各半導体デバイス 113 を分割するように分離溝 121 を形成する。分離溝 121 は、少なくとも犠牲層 111 に到達する深さをもつ溝とする。例えば、分離溝の幅及び深さともに、 $10\mu\text{m}$ から数百 μm とする。また、分離溝 121 は、後述するところの選択エッチング液が当該分離溝 121 を流れるように、行き止まりなく繋がっている溝とする。さらに、分離溝 121 は、基板のごとく格子状に形成することが好ましい。

また、分離溝 121 相互の間隔を数十 μm から数百 μm とすることで、分離溝 121 によって分割・形成される各半導体デバイス 113 のサイズを、数十 μm から数百 μm 四方の面積をもつものとする。分離溝 121 の形成方法としては、フォトリソグラフィとウェットエッチングによる方法、またはドライエッチングによる方法を用いる。また、クラックが基板に生じない範囲で U 字形溝のダイシングで分離溝 121 を形成してもよい。

【0085】

<第 3 工程>

図 21 は本微小タイル状素子の製造方法の第 3 工程を示す概略断面図である。本工程においては、中間転写フィルム 131 を基板 110 の表面（半導体デバイス 113 側）に貼り付ける。中間転写フィルム 131 は、表面に粘着剤が塗られたフレキシブルなフィルムである。

【0086】

<第 4 工程>

図 22 は本微小タイル状素子の製造方法の第 4 工程を示す概略断面図である。本工程においては、分離溝 121 に選択エッチング液 141 を注入する。本工程では、犠牲層 111 のみを選択的にエッチングするために、選択エッチング液 141 として、アルミニウム・ヒ素に対して選択性が高い低濃度の塩酸を用いる。

【0087】

<第 5 工程>

図 23 は本微小タイル状素子の製造方法の第 5 工程を示す概略断面図である。本工程においては、第 4 工程での分離溝 121 への選択エッチング液 141 の注

入後、所定時間の経過により、犠牲層 111 のすべてを選択的にエッチングして基板 110 から取り除く。

【0088】

<第6工程>

図 24 は本微小タイル状素子の製造方法の第 6 工程を示す概略断面図である。第 5 工程で犠牲層 111 が全てエッチングされると、基板 110 から機能層 112 が切り離される。そして、本工程において、中間転写フィルム 131 を基板 110 から引き離すことにより、中間転写フィルム 131 に貼り付けられている機能層 112 を基板 110 から引き離す。

これらにより、半導体デバイス 113 が形成された機能層 112 は、分離溝 121 の形成及び犠牲層 111 のエッチングによって分割されて、所定の形状（例えば、微小タイル形状）の微小タイル状素子 161（上記実施形態の「微小タイル状素子 1」）とされ、中間転写フィルム 131 に貼り付け保持されることとなる。ここで、機能層の厚さが例えば $1\mu\text{m}$ から $10\mu\text{m}$ 程度、大きさ（縦横）が例えば数十 μm から数百 μm であるのが好ましい。

【0089】

<第7工程>

図 25 は本微小タイル状素子の製造方法の第 7 工程を示す概略断面図である。本工程においては、（微小タイル状素子 161 が貼り付けられた）中間転写フィルム 131 を移動させることで、最終基板となるブロック 11 の所望位置に微小タイル状素子 161 をアライメントする。ここで、ブロック 11 の所望の位置には、微小タイル状素子 161 を接着するための接着剤 173 を塗布しておく。接着剤は微小タイル状素子 161 に塗布してもかまわない。

【0090】

<第8工程>

図 26 は本微小タイル状素子の製造方法の第 8 工程を示す概略断面図である。本工程においては、ブロック 11 の所望の位置にアライメントされた微小タイル状素子 161 を、中間転写フィルム 131 越しに裏押し治具 181 で押しつけてブロック 11 に接合する。ここで、所望の位置には接着剤 173 が塗布されてい

るので、そのブロック 11 の所望の位置に微小タイル状素子 161 が接着される。

【0091】

<第9工程>

図27は本光ファイバ送受信モジュールの製造方法の第9工程を示す概略断面図である。本工程においては、中間転写フィルム 131 の粘着力を消失させて、微小タイル状素子 161 から中間転写フィルム 131 を剥がす。

中間転写フィルム 131 の粘着剤は、UV硬化性又は熱硬化性のものにしておく。UV硬化性の粘着剤とした場合は、裏押し治具 181 を透明な材質にして置き、裏押し治具 181 の先端から紫外線（UV）を照射することで中間転写フィルム 131 の粘着力を消失させる。熱硬化性の接着剤とした場合は、裏押し治具 181 を加熱すればよい。あるいは第6工程の後で、中間転写フィルム 131 を全面紫外線照射するなどして粘着力を全面消失させておいてもよい。粘着力が消失したとはいえ実際には僅かに粘着性が残っており、微小タイル状素子 161 は非常に薄く軽いので中間転写フィルム 131 に保持される。

【0092】

<第10工程>

本工程は、図示していない。本工程においては、加熱処理などを施して、微小タイル状素子 161 をブロック 11 に本接合する。

【0093】

<第11工程>

図28は本微小タイル状素子の製造方法の第11工程を示す概略断面図である。本工程においては、微小タイル状素子 161（発光素子又は受光素子）の電極とブロック 11 上の回路とを配線 191 により電氣的に繋ぎ、一つの光ファイバ送受信モジュール 10 を完成させる。

【0094】

これらにより、最終基板 171 であるブロック 11 が例えばガラス又はプラスチックなどであっても、そのブロック 11 上の所望位置にガリウム・ヒ素製の面発光レーザなどを備える微小タイル状素子 161 形成するというように、面発光

レーザなどをなす半導体素子を当該半導体素子とは材質の異なる基板上に形成することが可能となる。また、半導体基板上で面発光レーザなどを完成させてから微小タイル形状に切り離すので、光ファイバ送受信モジュールを作成する前に、予め面発光レーザなどをテストして選別することが可能となる。

【0095】

また、上記製造方法によれば、半導体素子（発光素子又は受光素子）を含む機能層のみを、微小タイル状素子として半導体基板から切り取り、フィルムにマウントしてハンドリングすることができるので、発光素子又は受光素子を個別に選択してブロック11に接合することができ、ハンドリングできる発光素子又は受光素子のサイズを従来の実装技術のものよりも小さくすることができる。したがって、上記製造方法によれば、所望発光量及び所望状態のレーザ光を安定に入出力するコンパクトな光ファイバ送受信モジュール10を、簡便に低コストで提供することができる。

【0096】

（電子機器）

上記実施形態の光ファイバ送受信モジュールを備えた電子機器の例について説明する。上記実施形態の光ファイバ送受信モジュールは、光通信機器、メディアコンバータ、光トランシーバなどの電子機器に応用することができる。

また、上記実施形態の光ファイバ送受信モジュールは、例えば携帯電話、腕時計型電子機器、ワープロ、パソコンなどの携帯型情報処理装置に応用することができる。

【0097】

上記実施形態の光ファイバ送受信モジュールを備えた電子機器は、光信号を用いて安定にかつ高速に動作することができ、低コストで製造することができる。

【0098】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能であり、実施形態で挙げた具体的な材料や層構成などはほんの一例に過ぎず、適宜変更が可能である。

【0 0 9 9】

例えば上記実施形態では、発光素子又は受光素子を微小タイル状素子 1, 2 で構成しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、微小タイル状素子 1, 2 の代わりにフリップチップ素子を用いてもよい。

【0 1 0 0】

以上、ガイド 1 3 には裸の光ファイバを直接挿入する形態について説明したが、ガイド 1 3 の寸法を適切に選ぶことでフェルール付き光ファイバを挿入することも、もちろん可能である。

あるいは、ファイバコネクタの仕様によっては一般的なスリーブを使うことが望ましい場合も考えられる。その場合は、スリーブが直接部分的に挿入できて中心軸が機械的に決まるようガイド 1 3 の寸法を選んで、スリーブを接合してもかまわない。もちろんガイド 1 3 のかわりに、一般的に使用されているスリーブを接合することもできる。この場合はスリーブ中心軸と導波路 2 0 の端部とを一致させるように調整することが望ましい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施形態に係る光ファイバ送信モジュールの概略断面図である。

【図 2】 同上の実施形態の変形例を示す概略断面図である。

【図 3】 同上の実施形態の他の変形例を示す概略断面図である。

【図 4】 本発明の第 2 実施形態を示す概略断面図である。

【図 5】 同上の実施形態の変形例を示す概略断面図である。

【図 6】 本発明の第 3 実施形態を示す概略断面図である。

【図 7】 本発明の第 4 実施形態を示す概略断面図である。

【図 8】 本実施形態の他の変形例を示す概略断面図である。

【図 9】 本実施形態の他の変形例を示す概略断面図である。

【図 1 0】 本実施形態の他の変形例を示す概略断面図である。

【図 1 1】 本発明の実施形態に係る光ファイバ送信モジュールの製造方法を示す概略斜視図である。

【図 1 2】 同上の光ファイバ送信モジュールの分解斜視図である。

- 【図 1 3】 同上の光ファイバ送信モジュールの 3 面図である。
- 【図 1 4】 同上の製造方法における第 1 製造工程を示す斜視図である。
- 【図 1 5】 同上の製造方法における第 2 製造工程を示す斜視図である。
- 【図 1 6】 同上の製造方法における第 3 製造工程を示す斜視図である。
- 【図 1 7】 同上の製造方法における第 4 製造工程を示す斜視図である。
- 【図 1 8】 同上の製造方法における第 5 製造工程を示す斜視図である。
- 【図 1 9】 上記実施形態における微小タイル状素子の製造方法の第 1 工程を示す概略断面図である。

- 【図 2 0】 同上の製造方法の第 2 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 1】 同上の製造方法の第 3 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 2】 同上の製造方法の第 4 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 3】 同上の製造方法の第 5 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 4】 同上の製造方法の第 6 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 5】 同上の製造方法の第 7 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 6】 同上の製造方法の第 8 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 7】 同上の製造方法の第 9 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 8】 同上の製造方法の第 1 1 工程を示す概略断面図である。
- 【図 2 9】 光ファイバ送受信モジュールの戻り光を示す説明図である。

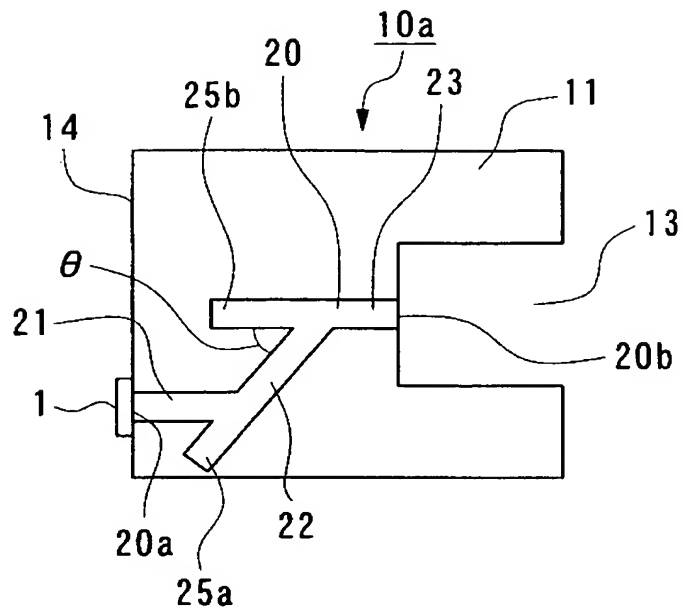
【符号の説明】

1, 2…微小タイル状素子、1 0, 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c, 1 0 d, 1 0 e, 1 0 f, 1 0 g, 1 0 h, 1 0 i…光ファイバ送受信モジュール、1 1…ブロック、1 3…ガイド、1 4…側面、1 5…底面、2 0…光導波路、2 0 a, 2 0 b…端面、2 1, 2 2, 2 3…主路、2 5 a, 2 5 b…分岐路、2 6…受光路、2 6 a, 2 6 b, 2 7 a, 2 7 b…行き止まり部

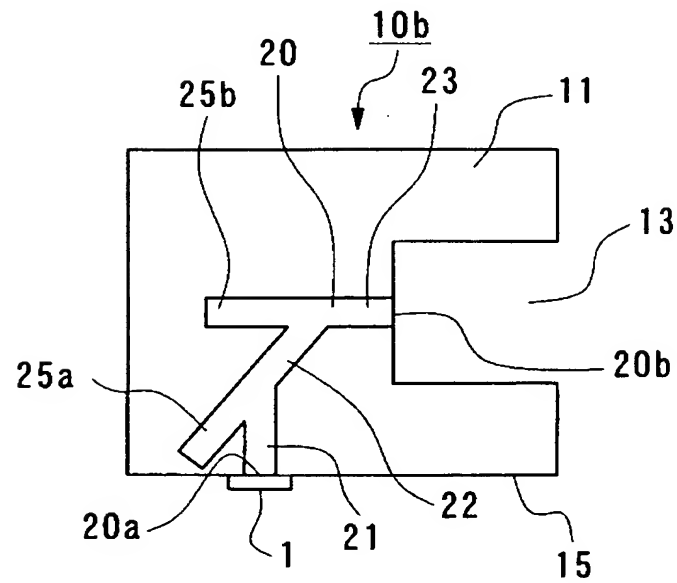
【書類名】

図面

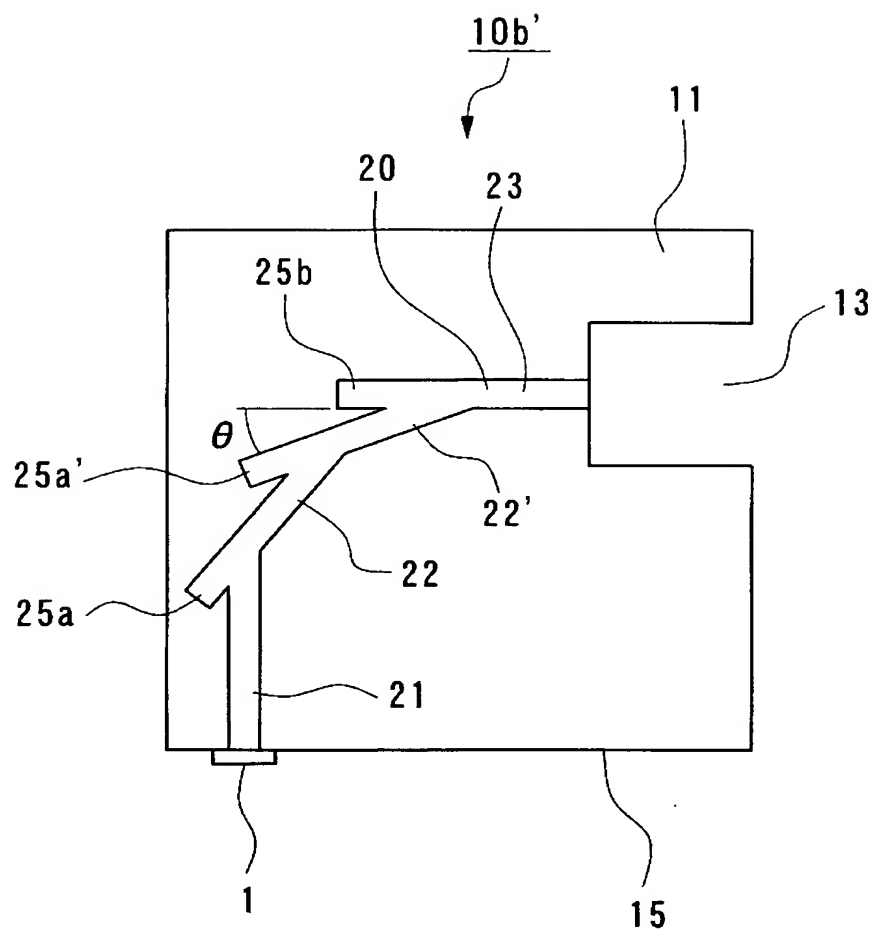
【図 1】



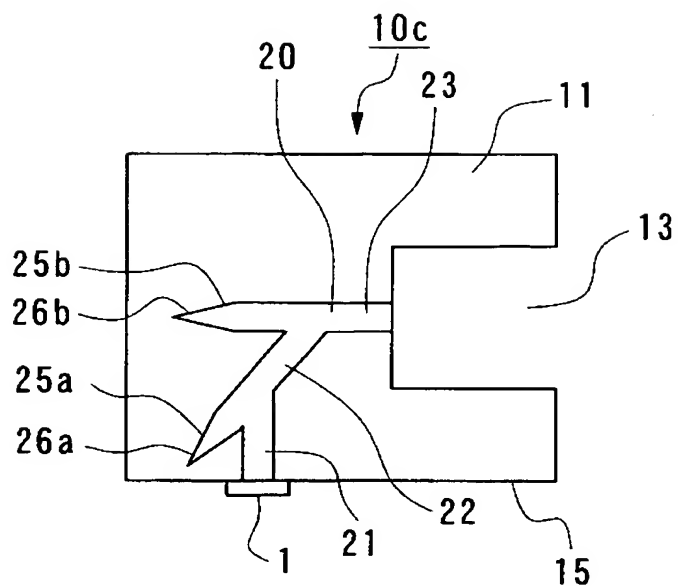
【図 2】



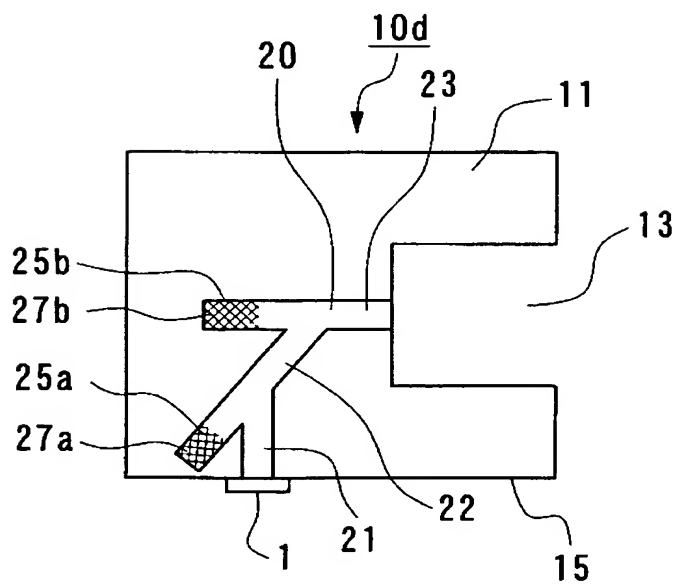
【図 3】



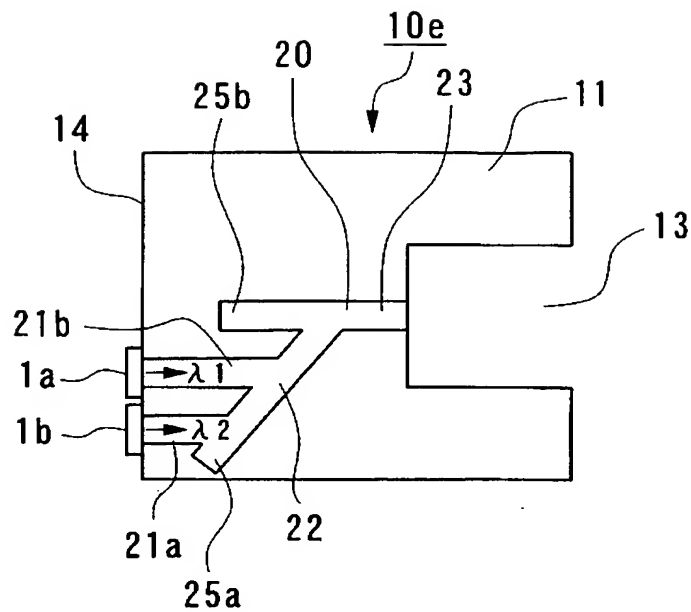
【図 4】



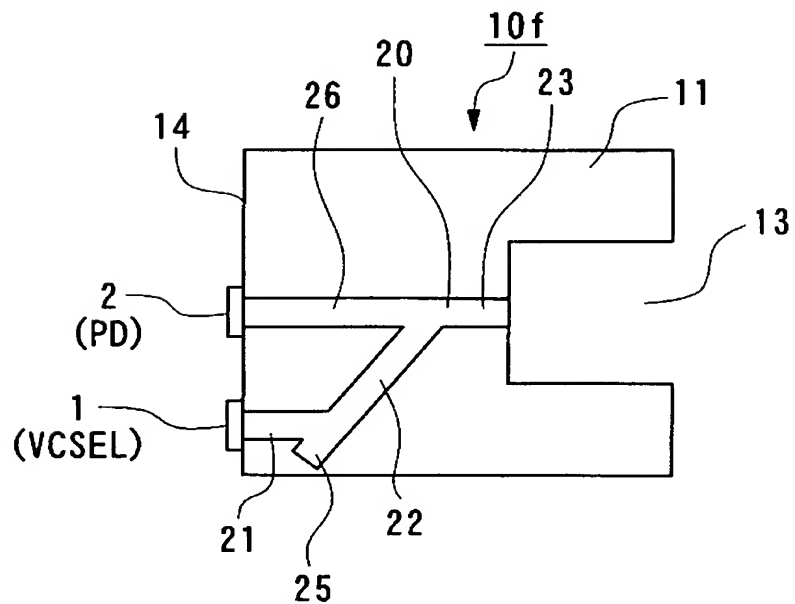
【図 5】



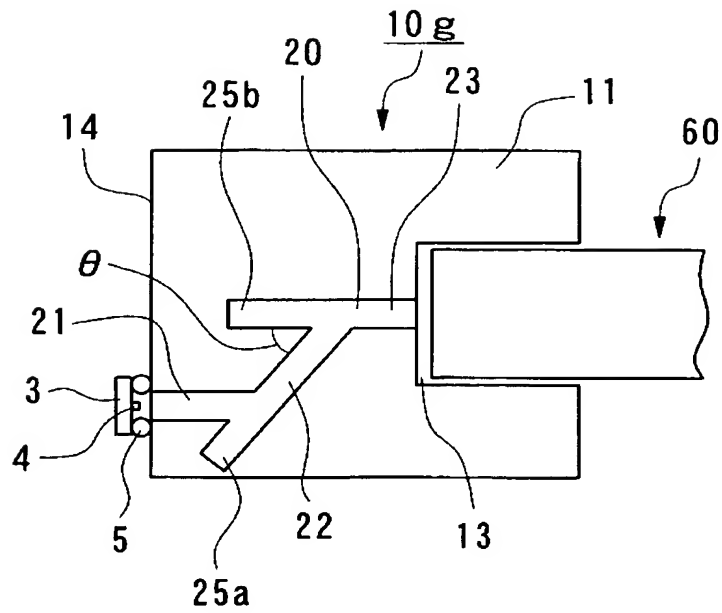
【図 6】



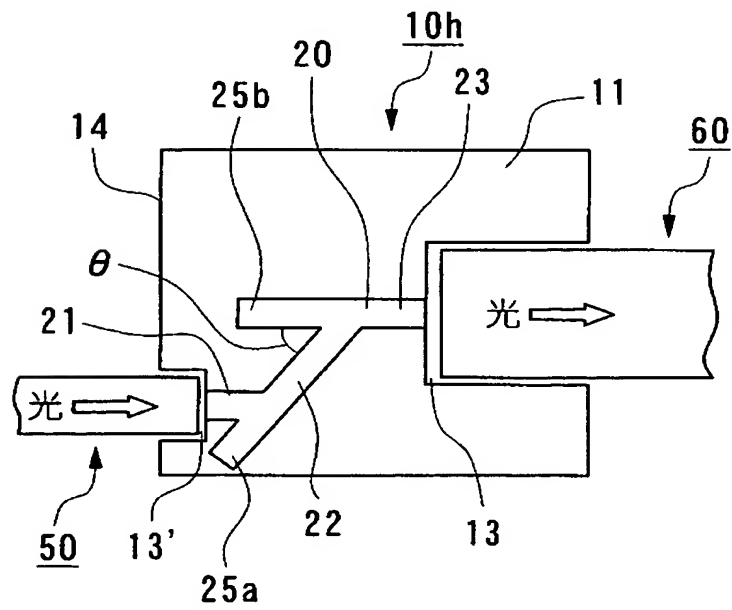
【図 7】



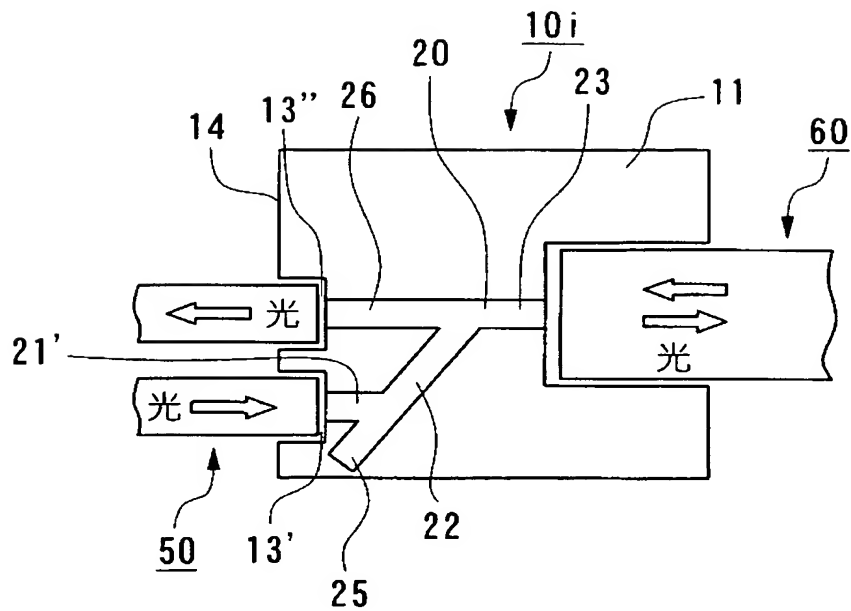
【図 8】



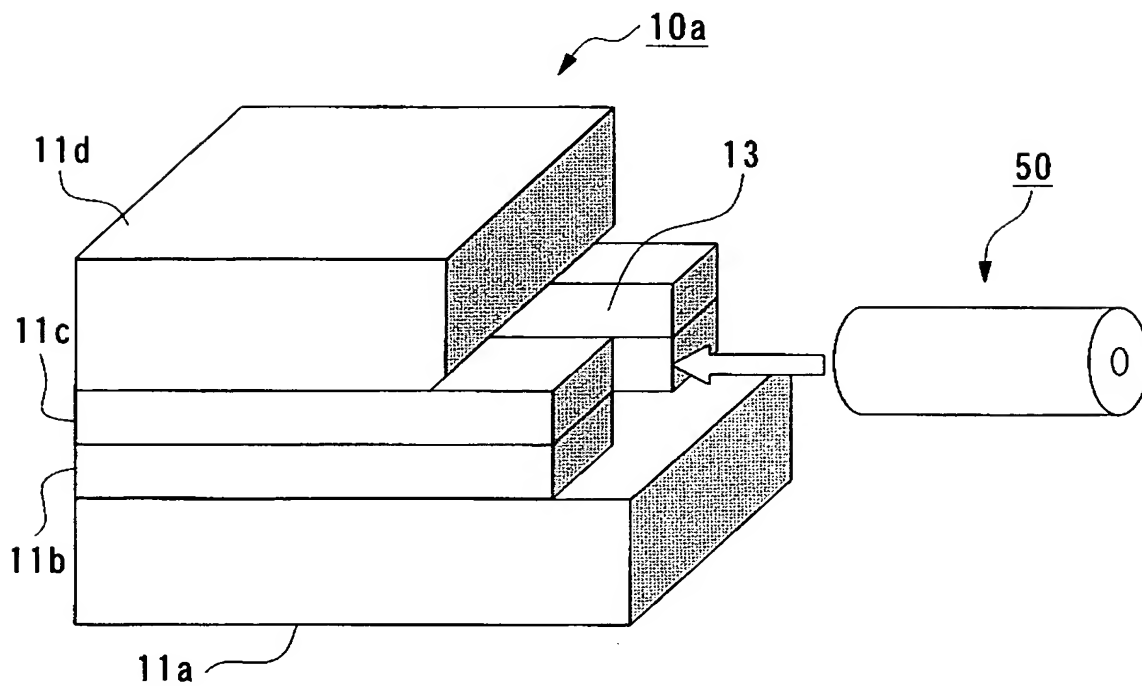
【図 9】



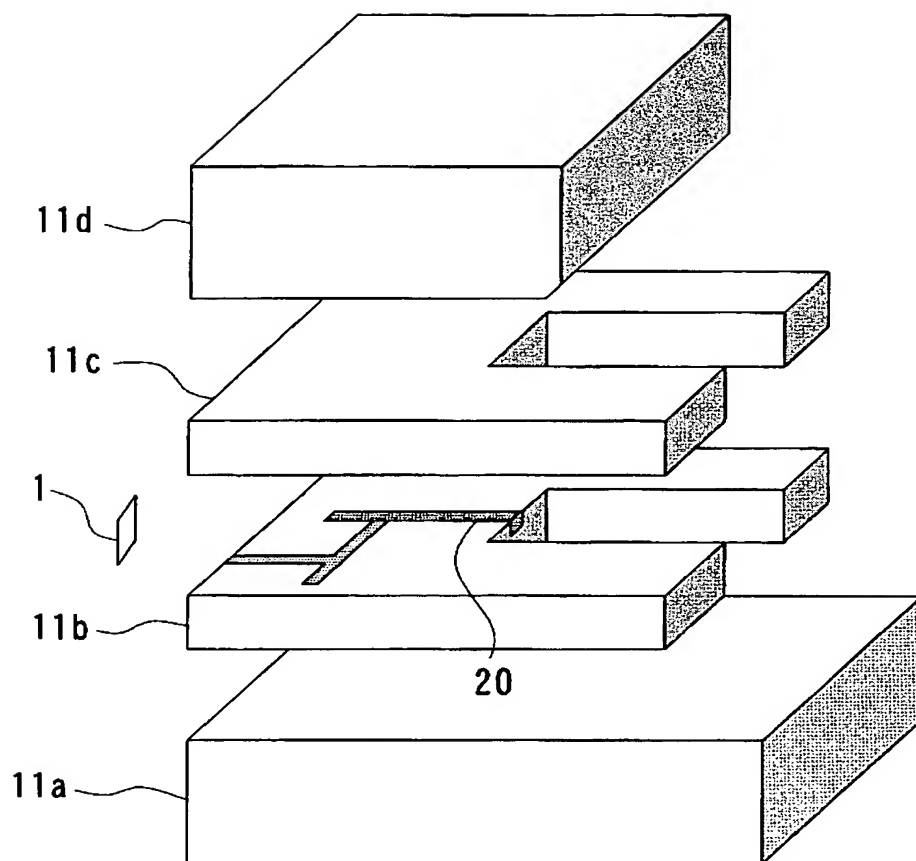
【図 10】



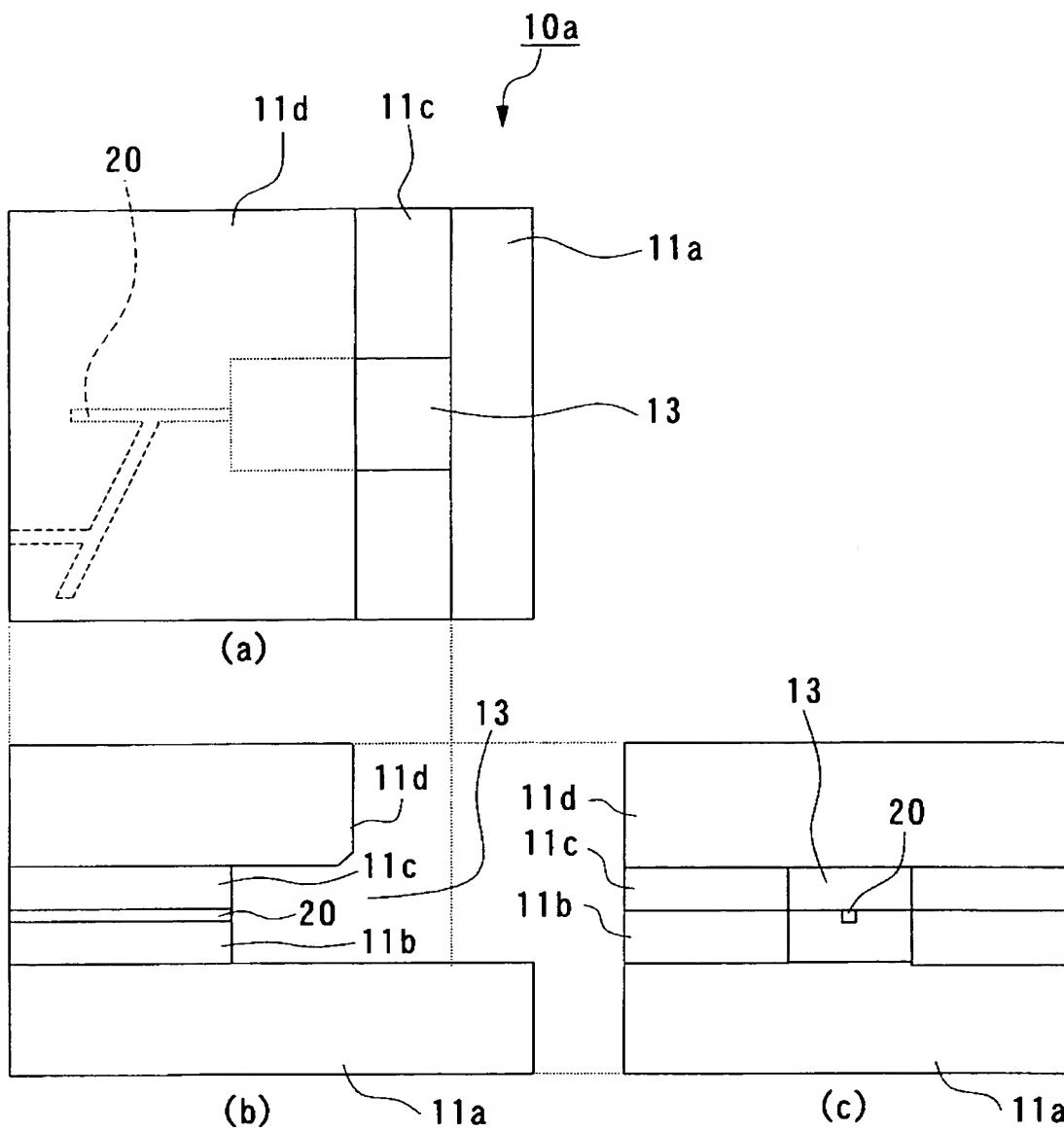
【図 11】



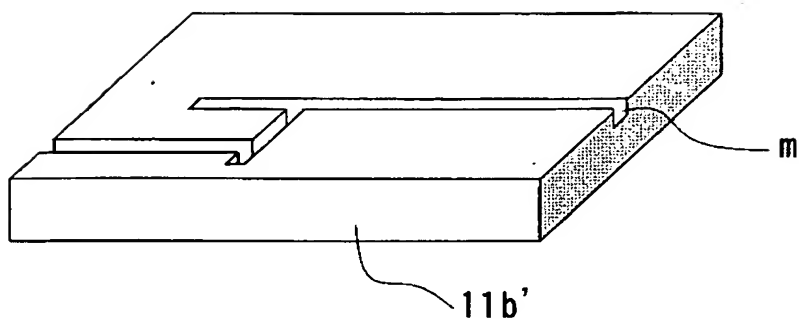
【図 12】



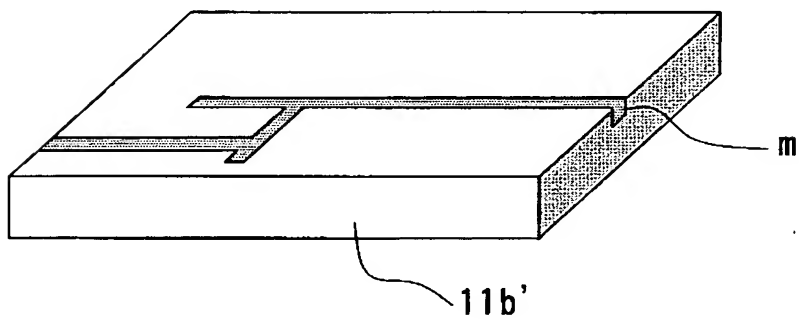
【図 13】



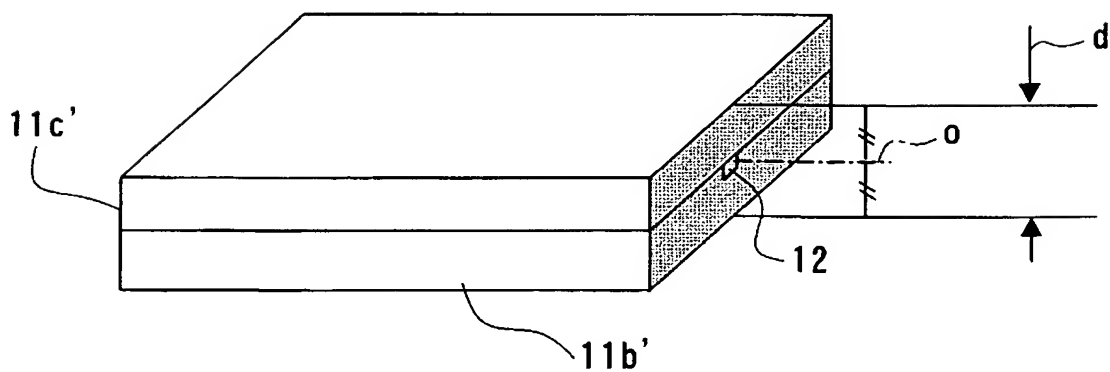
【図 14】



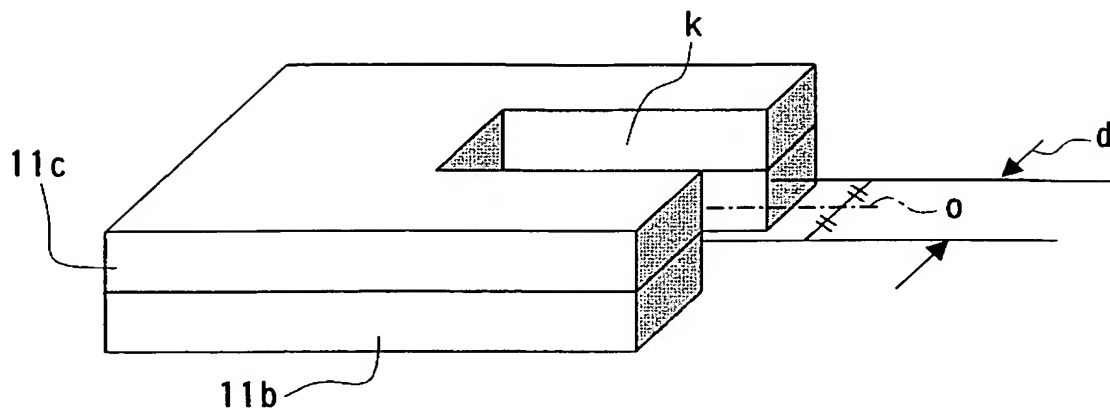
【図 15】



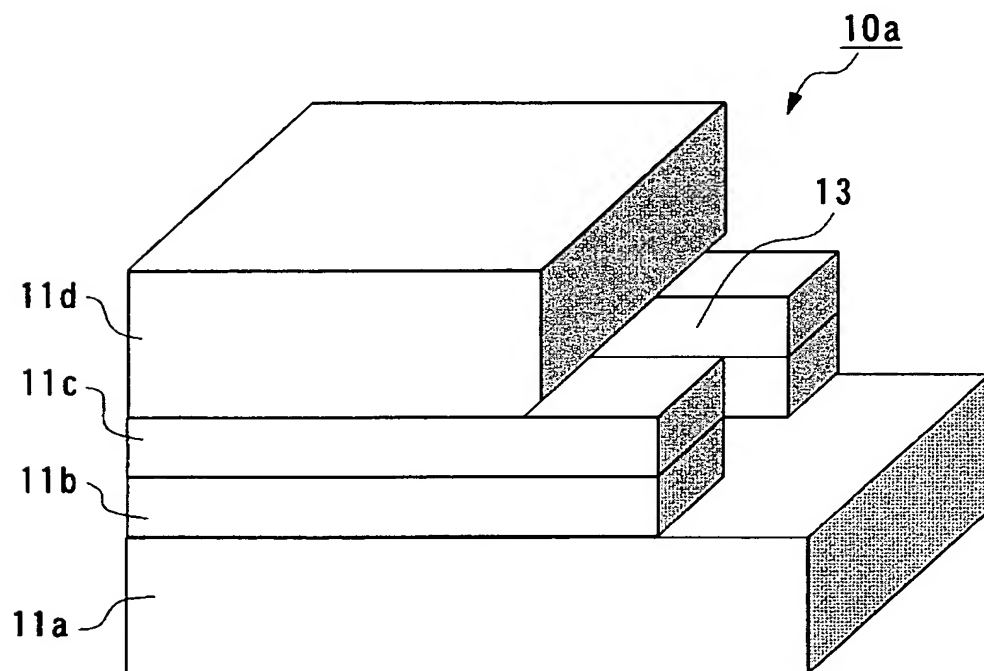
【図 16】



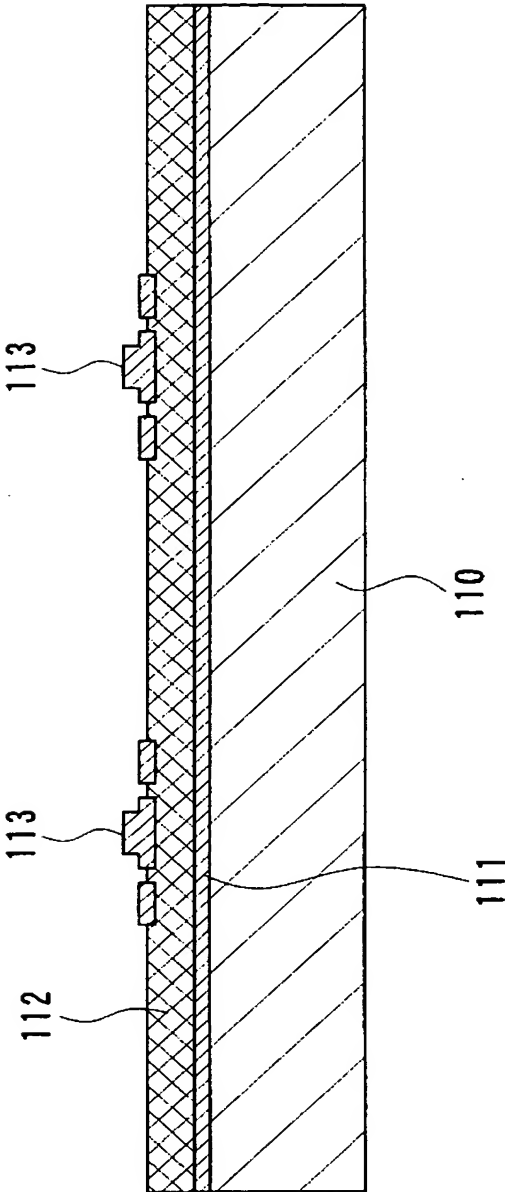
【図 17】



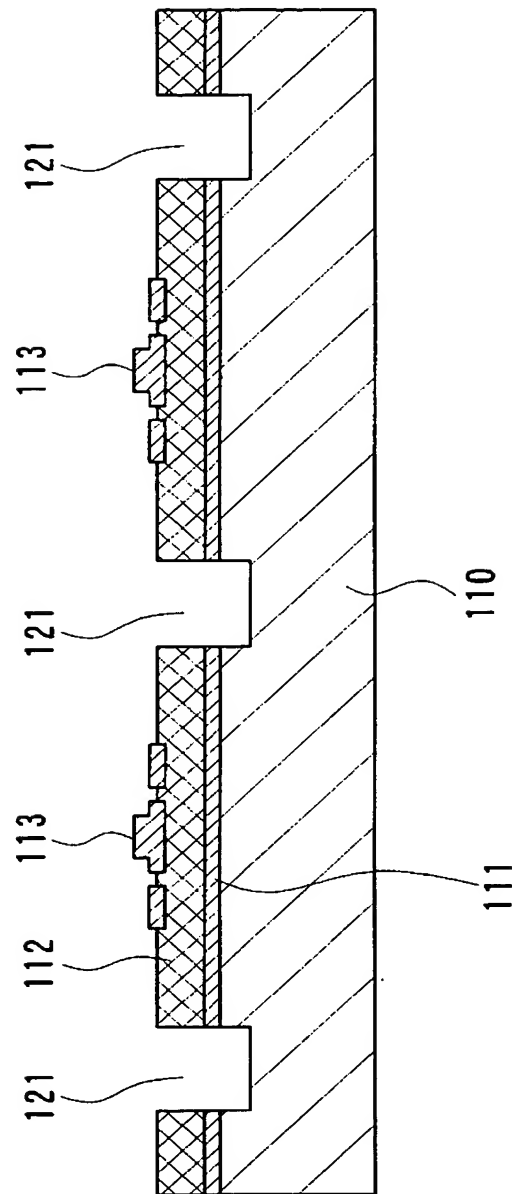
【図 18】



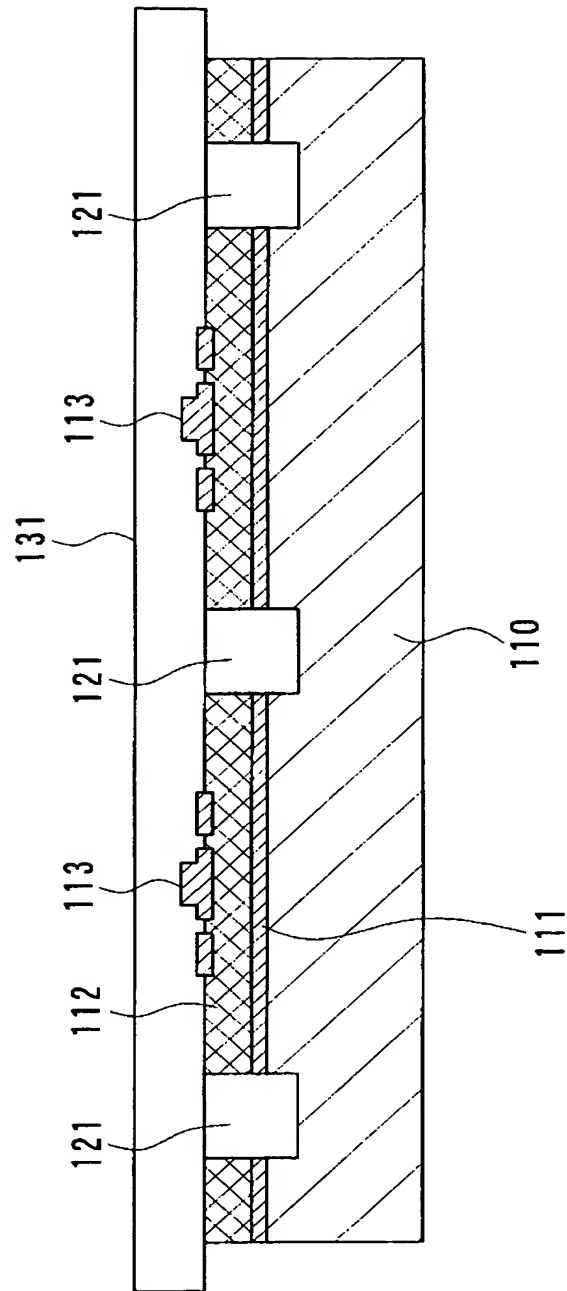
【図 19】



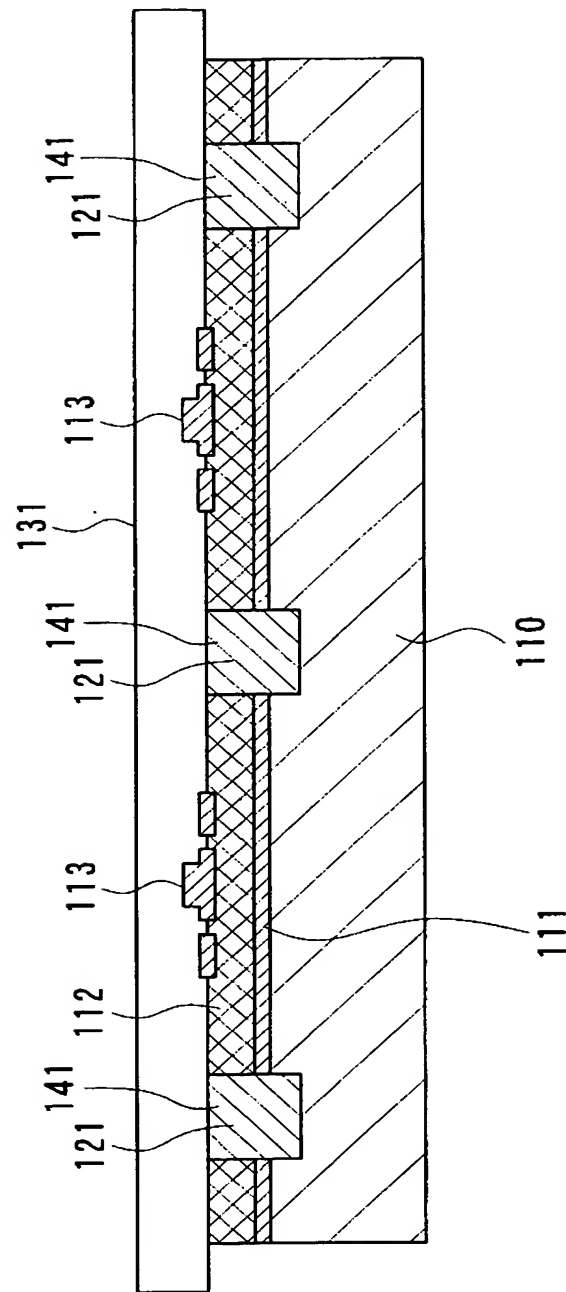
【図 20】



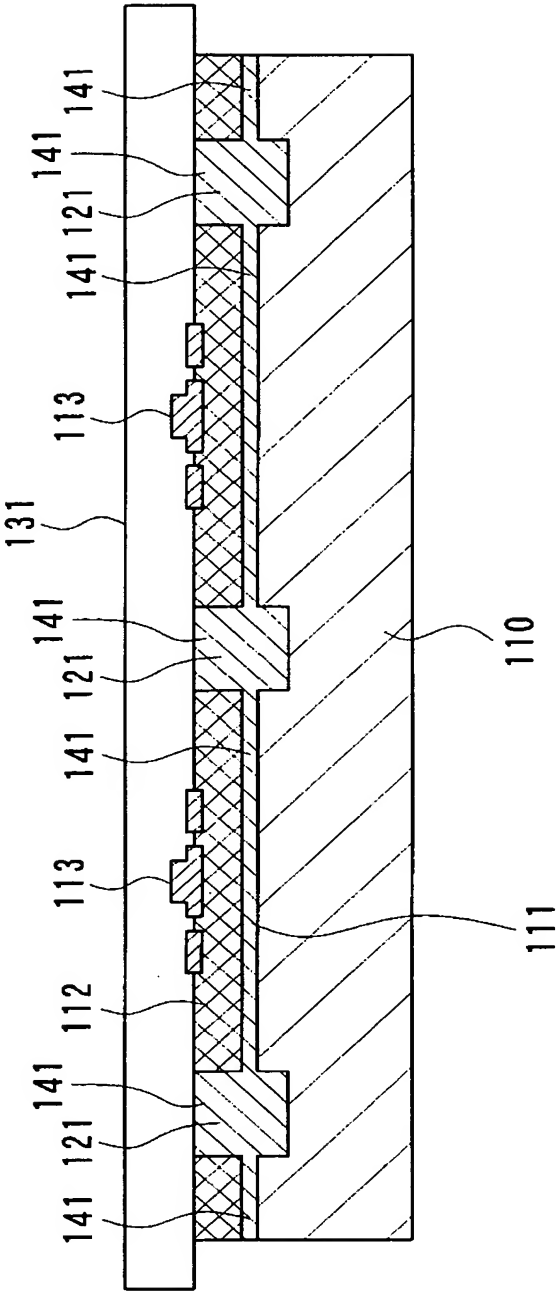
【図 21】



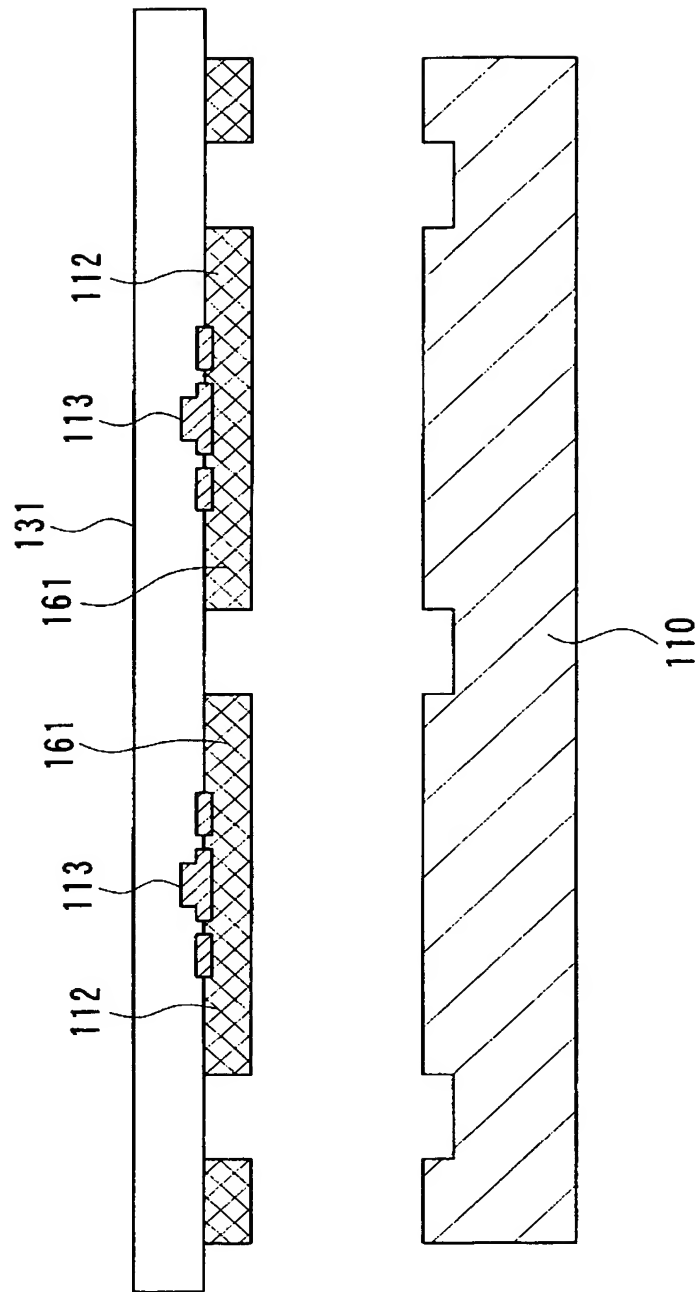
【図 22】



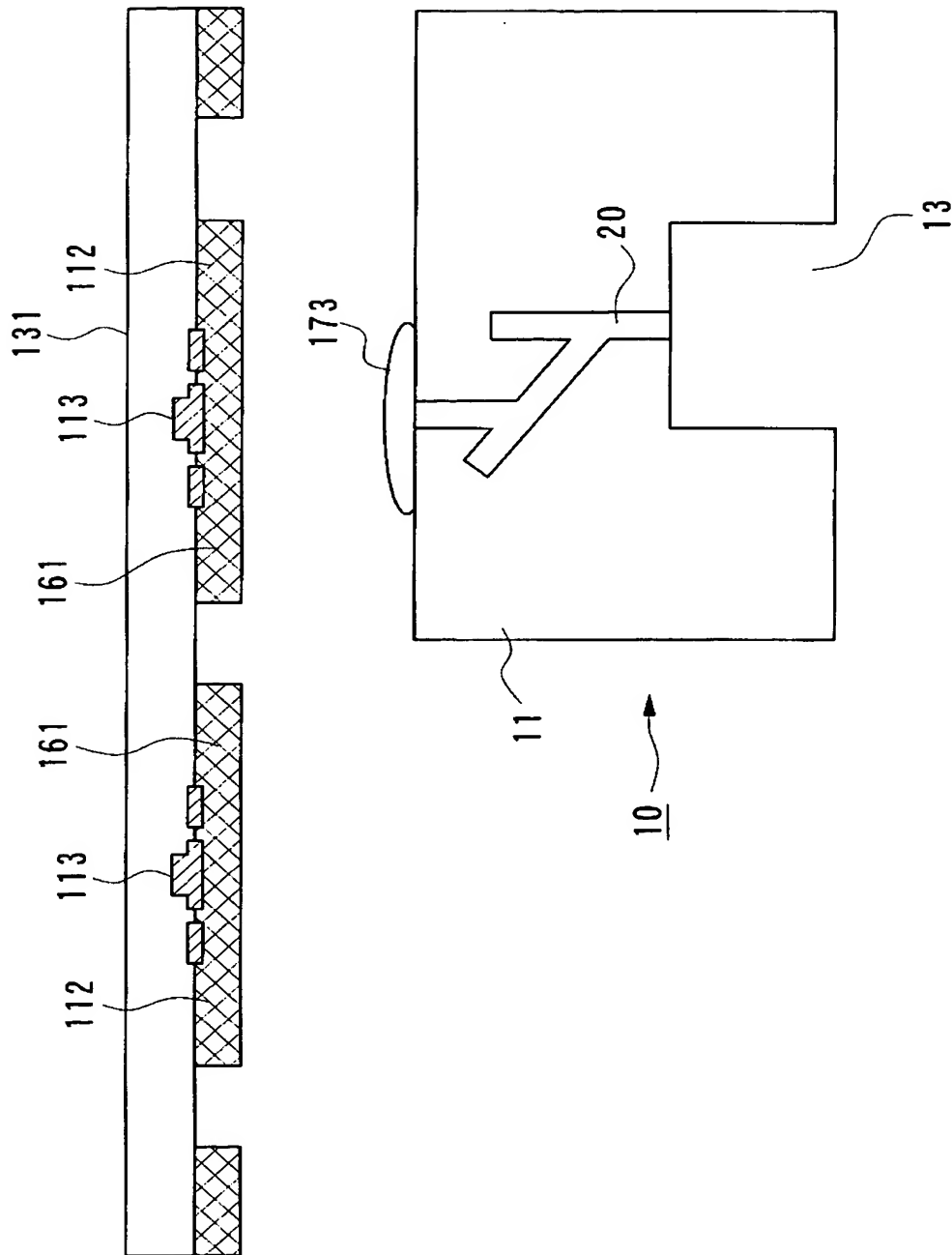
【図 23】



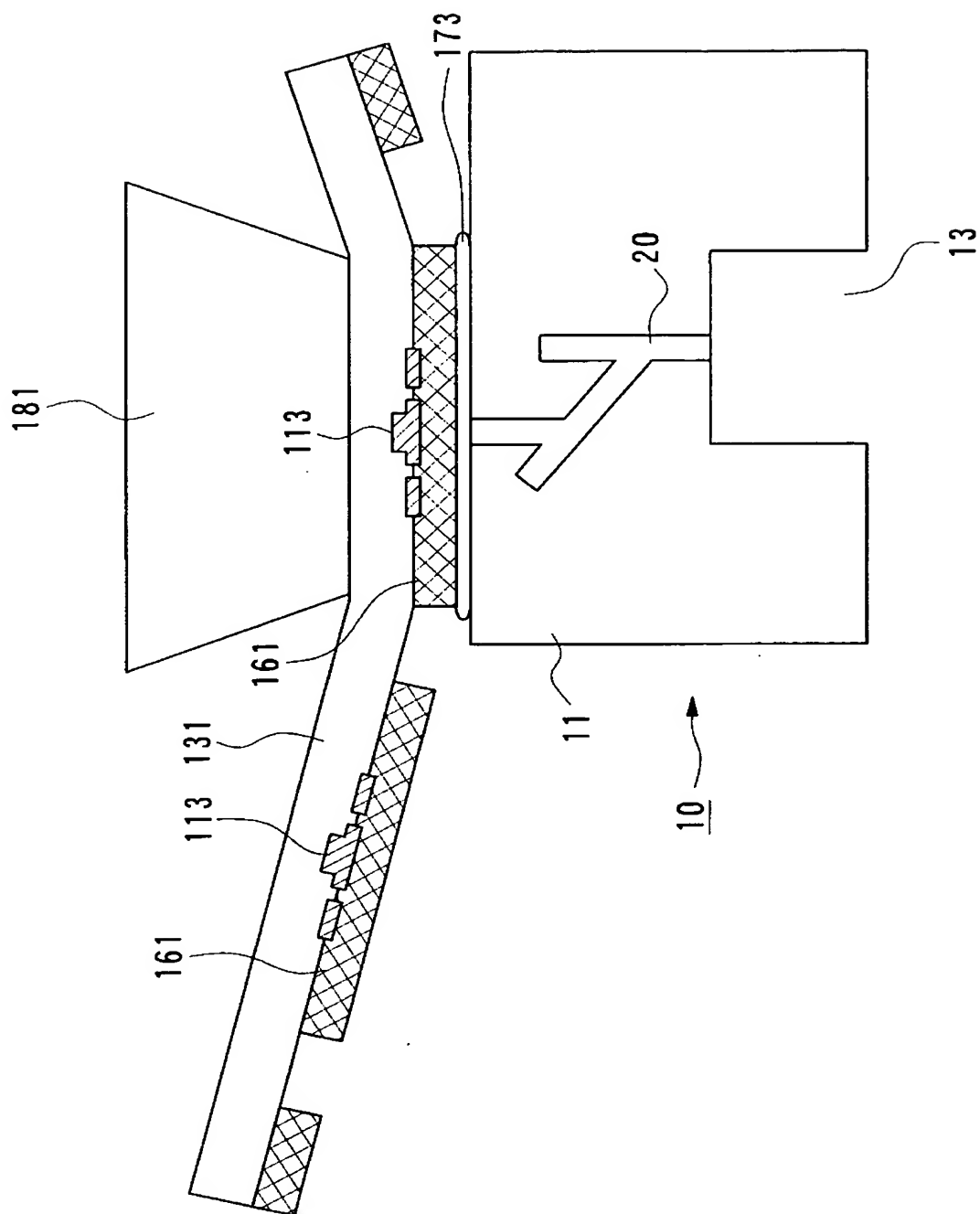
【図 24】



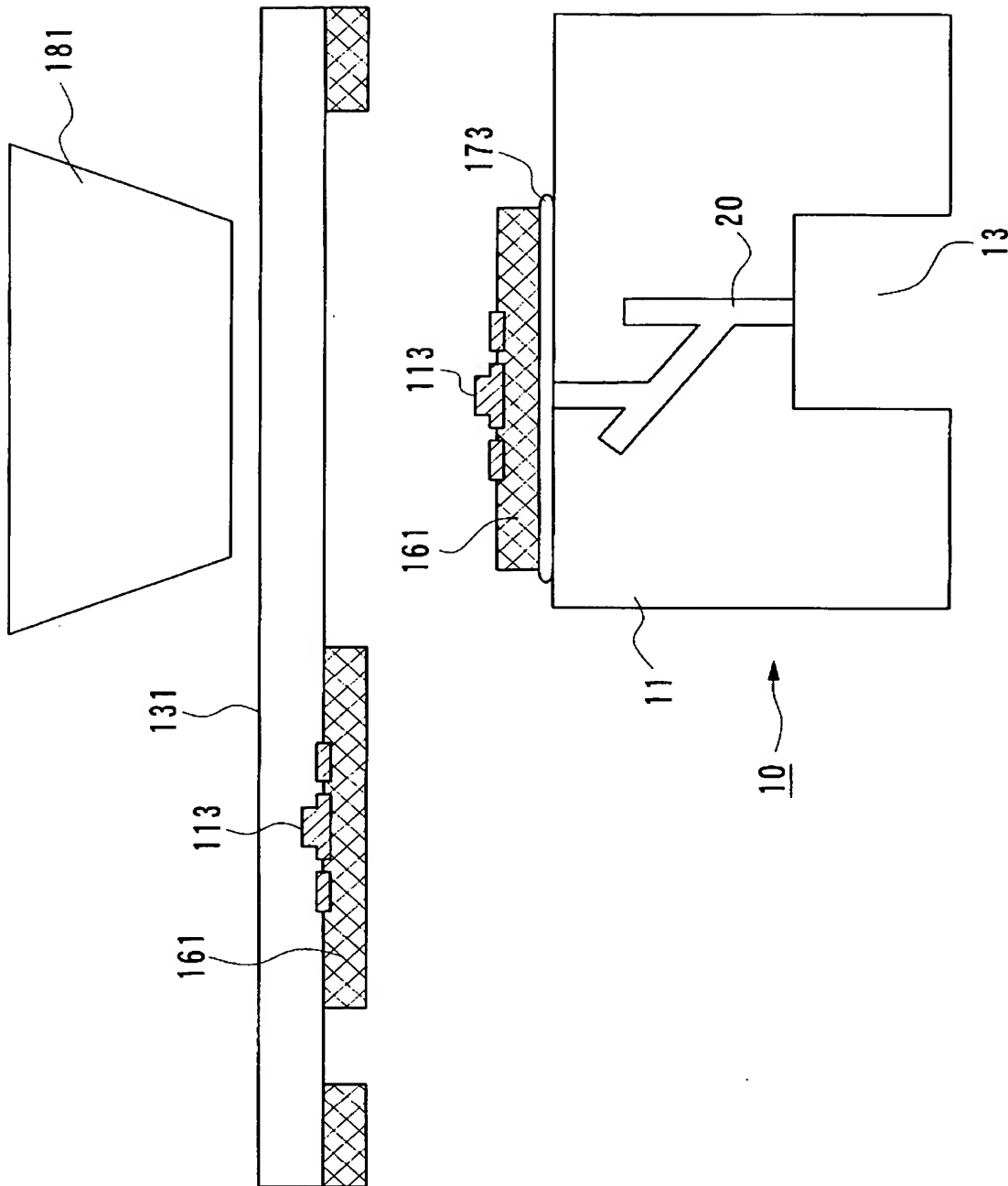
【図 25】



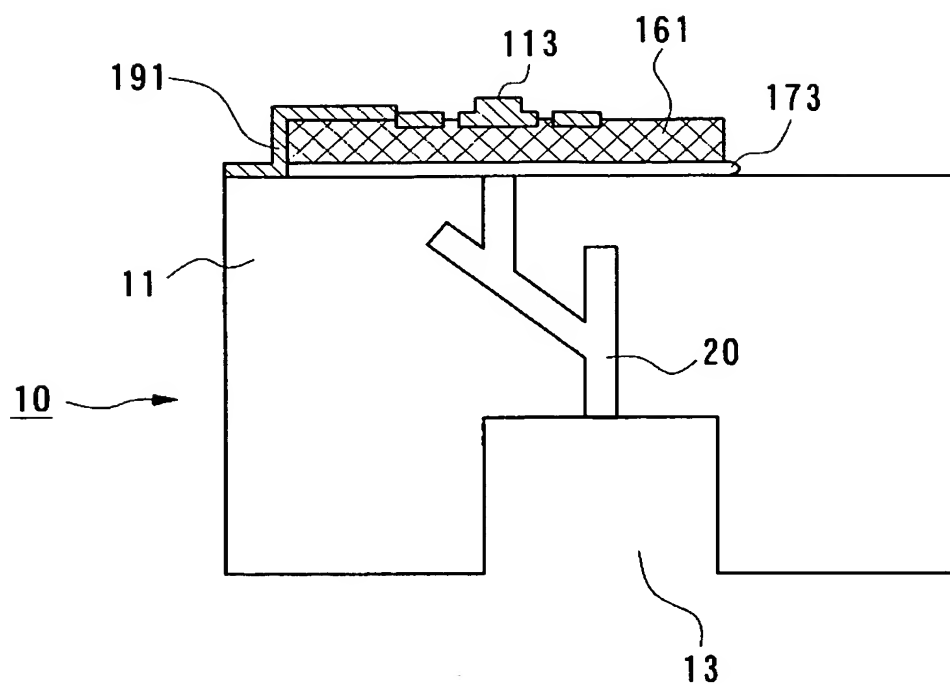
【図 26】



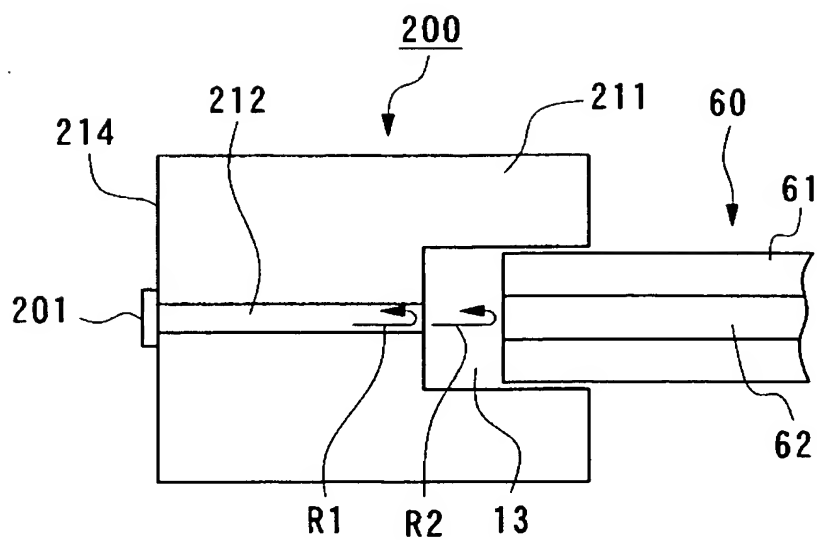
【図 27】



【図 28】



【図 29】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 戻り光を効果的に低減することができ、簡単にかつ低コストで製造することができる光ファイバ送受信モジュール及び電子機器を提供する。

【解決手段】 光導波路 2 0 が設けられているとともに、光導波路 2 0 の一方端面 2 0 b 側に光ファイバ挿入用の凹形状のガイド 1 3 が設けられているブロック 1 1 と、ブロック 1 1 に貼り付けられているものであって発光素子又は受光素子を有する微小タイル状素子 1 と、を有し、微小タイル状素子 1 は、発光素子又は受光素子の発光部又は受光部が光導波路 2 0 の他方端面 2 0 a に対向するように、配置されており、光導波路 2 0 は、行き止まり部を有する分岐路 2 5 a, 2 5 b を備えていることを特徴とする。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 2 3 5 6 0
受付番号	5 0 3 0 0 7 1 1 8 4 3
書類名	特許願
担当官	神田 美恵 7 3 9 7
作成日	平成 1 5 年 5 月 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】 100089037

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ
ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【代理人】

【識別番号】 100064908

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ
ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100110364

【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ
ル 志賀国際特許事務所

【氏名又は名称】 実広 信哉

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 2 3 5 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
氏 名	セイコーエプソン株式会社